



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



**Faculté des Sciences
Département des Sciences de la Mer**

**Thèse
Présentée en vue de l'obtention du diplôme
de DOCTORAT en Sciences de la Mer**

Intitulé:

**Biologie et détermination du niveau d'exploitation de
l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) capturé dans
le golfe d'Annaba.**

Par: M^{elle} BENCHIKH Nadira

Directeur de thèse:

Pr. DJEBAR A.B.

Université Badji Mokhtar - Annaba.

Co-directeur

Pr. AMARA R.

Université du Littoral - Côte d'Opale - Dunkerque

Jury d'examen:

Pr. BENSOUILAH M.

Président

Université Badji Mokhtar - Annaba

Pr. RAMDANE Z.

Examineur

Université Abderahmane Mira - Bejaia

Pr. MEZEDJRI L.

Examineur

Université du 20 Août 1954 - Skikda

Année universitaire: 2018/2019

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A MA TRÈS CHÈRE MÈRE Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice.
Ta prière et ta Bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie.
Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection
et ma profonde reconnaissance. J'espère ne jamais te décevoir,
ni trahir ta confiance et tes sacrifices.
Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé,
longue vie et Bonheur.

A MON TRÈS CHER PÈRE, tu es le meilleur. Tu as été et tu seras toujours un exemple
pour moi par tes qualités humaines, ta persévérance et perfectionnisme.
En témoignage de brut d'années de sacrifices, de sollicitudes,
d'encouragements et de prières.
Mes très chers parents que Dieu vous préserver et vous procure santé et bonheur.

A MON ONCLE M^{ED} SALAH pour ses précieux conseils

A MES FRÈRES BOUKHARI, AMAR, AYACHI ET MOURAD
Je ne peux exprimer à travers ces lignes tous mes sentiments
d'amour et de tendresse envers vous.
Puisse l'amour et la fraternité nous unissent à jamais.
Je vous souhaite la réussite dans votre vie et celles de vos familles
avec tout le bonheur qu'il faut pour vous combler.

A MES DEUX TRÈS CHÈRES SŒURS NADIA ET SAMIRA
je tiens à les remercier pour leurs soutiens le long de mes études vous étiez une source de
gentillesse, de tendresse avec un grand cœur.
Je vous témoigne tout mon amour et toute ma reconnaissance pour votre inlassable soutien.
Je vous souhaite une vie pleine de réussite,
de santé et de bonheur pour vous et vos familles respectives.

*A MES TRÈS CHÈRES AMIES: HAYETTE, ASSIA, LINDA, FATMA,
SOUAD, NESRINE et AMINA*, vous partagerez toujours
Le quotidien de ma vie et de mon cœur.
Par vos encouragements.
Que Dieu vous procure tout le bonheur et la réussite que vous méritez.

NADIRA

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche a été effectué au sein du laboratoire d'Ecobiologie des Milieux Marins et Littoraux de l'Université Badji Mokhtar d'Annaba, dirigé par le professeur **Djebar Abdallah Borhane**. J'exprime ici ma gratitude pour les bonnes conditions de travail, notamment matérielles, qui m'ont été offertes tout au long de la préparation de cette thèse.

Je remercie Monsieur **Amara Rachid** (Professeur, Université du Littoral - Côte d'Opale - Dunkerque), qui m'a fait l'honneur de me conseiller en tant que co-directeur de ce travail. Ses remarques seront certainement un plus pour ce travail. Qu'il trouve ici tout mon respect.

Je remercie tout particulièrement les membres du jury qui ont accepté d'examiner ma thèse,

Monsieur **Bensouilah Morad**, Professeur à l'Université Badji-Mokhtar d'Annaba qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

Monsieur **Ramdane Zouhir**, Professeur à l'Université Abdelrahman Mira de Bejaia, qui a bien voulu juger ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

J'adresse mes chaleureux remerciements au Professeur **Mezedjri Lyamine** de l'Université du 20 Août 1954 de Skikda qui a accepté d'examiner ce travail.

A tous mes collègues membres de l'équipe «Ecobiologie des Milieux Marins et Littoraux». Leur contribution à mes travaux au laboratoire a été d'une efficacité inestimable.

Aux autres camarades de promotion, dont je ne pourrai citer tous les noms, tellement serait longue la liste, que chacun soit assuré de mon estime et de mon entière gratitude.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	1
2. MATERIEL ET METHODES.....	6
2.1. Golfe d'Annaba.....	6
2.1.1. Position géographique.....	6
2.1.2. Données océanographiques.....	7
2.1.2.1. Configuration du fond.....	7
2.1.2.2. Les courants.....	7
2.1.2.3. Paramètres physico-chimiques.....	8
2.1.2.4. Paramètres biologiques.....	8
2.1.2.4.1. Phytoplancton.....	8
2.1.2.4.2. Zooplancton.....	9
2.1.3. Données climatologiques.	10
2.1.3.1. Température et pluviométrie.....	10
2.1.3.2. Les vents.	10
2.1.4. Golfe d'Annaba et les sous-divisions statistiques FAO.....	10
2.1.5. Le port de pêche d'Annaba.	11
2.1.6. La pêche de l'anchois dans le golfe d'Annaba.....	13
2.2. Matériel biologique.....	14
2.2.1. Biologie de l'anchois européen, <i>Engraulis encrasicolus</i>	14
2.2.2. Position systématique de l'anchois européen, <i>Engraulis encrasicolus</i>	15
2.2.2.1. Noms scientifiques.....	15
2.2.3. Morphologie et caractères distinctifs	16
2.2.4. Habitat et biologie.....	17
2.2.5. Répartition géographique.....	17
2.3. Méthodes d'études.....	18
2.3.1. Morphométrie.....	18
2.3.1.1. Caractères méristiques.....	18
2.3.1.1.1. Les branchiospines.....	18
2.3.1.1.2. Les vertèbres.....	19
2.3.1.2. Caractères métriques.....	19
2.3.2. Reproduction	21
2.3.2.1. Calcul du sex-ratio.....	22
2.3.2.2. Etude du cycle sexuel.....	22
2.3.2.2.1. Calcul des indices pondéraux.....	23
2.3.2.2.1.1. Le Rapport Gonado-Somatique (RGS)	23
2.3.2.2.1.2. Le Rapport Hépat-Somatique (RHS)	23
2.3.2.2.1.3. Le coefficient de condition (K)	23
2.3.2.2.2. Examen et suivi macroscopique des gonades.....	24

2.3.2.2.3. Estimation de la taille à la 1 ^{ère} maturité sexuelle (L ₅₀).	26
2.3.2.2.4. Examen microscopique des ovaires.....	26
2.3.3. Age et croissance	27
2.3.3.1. Méthode d'étude de l'âge.....	27
2.3.2.2. Estimation de la croissance.....	27
2.3.2.2.1. Croissance linéaire absolue.....	27
2.3.2.2.2. Croissance relative (relation taille - poids).....	29
2.3.2.2.3. Croissance pondérale absolue.....	30
2.3.4. Etudes de l'exploitation	31
2.3.4.1. Déterminations des paramètres de l'exploitation.....	31
2.3.4.1.1. Estimation de la mortalité totale (Z)	31
2.3.4.1.2. Estimation de la mortalité naturelle (M).	33
2.3.4.1.3. Estimation de la mortalité par pêche (F).	34
2.3.4.1.4. Estimation du taux d'exploitation (E)	34
2.3.4.1.5. Estimation de la taille de captures.	35
2.3.4.2. Estimation du niveau d'exploitation	36
3. RESULTATS	37
3.1. Morphométrie.	37
3.1.1. Caractères méristiques.	37
3.1.2. Caractères métriques.	39
3.2. Reproduction chez <i>E. encrasicolus</i>	41
3.2.1. Structure de la population et sex-ratio.....	41
3.2.1.1. Structure de la population.....	41
3.2.1.2. Calcul du sex-ratio.....	41
3.2.1.3. Variation du sex-ratio en fonction de la taille.....	42
3.2.1.4. Variation du sex-ratio en fonction du temps (12 mois)	43
3.2.1.5. Variation du sex-ratio en fonction des saisons.....	43
3.2.2. Cycles sexuels.....	44
3.2.2.1. Indices pondéraux.....	44
3.2.2.1.1. Rapport Gonado-Somatique(RGS)	44
3.2.2.1.2. Rapport Hépat-Somatique (RHS).	45
3.2.2.1.3. Coefficient de condition (K)	46
3.2.2.2. Résultats des observations macroscopiques de gonades et stades de maturité.....	47
3.2.2.2.1. Variations mensuelles des stades de maturité sexuelle.....	49
3.2.2.2.2. Estimation de la taille à la 1 ^{ère} maturité sexuelle (L ₅₀).	50
3.2.2.3. Examen microscopique des ovaires.....	52
3.2.2.3.1. Histologique des ovaires immatures.....	53
3.2.2.3.2. Histologique des ovaires en maturation.....	53

3.2.2.3.3. Histologique des ovaires matures.....	54
3.2.2.3.4. Histologique des ovaires en reproduction.....	54
3.2.2.3.5. Histologique des ovaires en post-ponte partielle.....	54
3.2.2.3.6. Histologique des ovaires en post-ponte finale.....	55
3.2.2.3.7. Histologique des ovaires en repos sexuel.....	55
3.3. Résultats de l'âge et de la croissance chez <i>Engraulis encrasicolus</i>.....	57
3.3.1. Estimation de l'âge.....	57
3.3.2. Modélisation de la croissance linéaire absolue à partir des âges.	61
3.3.2.1. Courbes de croissance linéaire.....	62
3.3.2.2. Accroissement linéaire théorique.....	64
3.3.3. Croissance relative taille-poids.	66
3.3.4. Croissance pondérale.....	68
3.3.5. Accroissement pondéral théorique.....	70
3.4. Etudes de l'exploitation.....	72
3.4.1. Détermination des paramètres de l'exploitation.....	73
3.4.1.1. Estimation de la mortalité totale (Z).	73
3.4.1.2. Estimation de la Mortalité naturelle (M).	75
3.4.1.3. Estimation de la mortalité par pêche (F)	76
3.4.1.4. Estimation du taux d'exploitation (E)	76
3.4.1.5. Estimation de la taille de captures.....	76
3.4.2 Estimation du niveau d'exploitation par le calcul du rendement et de la biomasse par recrue (Y/R) par la méthode de Beverton et Holt, (1966).	78
4. DISCUSSION.....	81
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	98
Résumés.....	101
Références bibliographiques.....	104
Annexes.....	119

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	page
1	Carte montrant la position géographique du golfe d'Annaba située au littoral Nord Est de l'Algérie entre le Cap Rosa et le Cap de Garde à l'Est à l'Ouest.	6
2	Carte satellitaire montrant la circulation des courants du golfe de Annaba (Google, 2016 (<i>modifiée</i>)).	8
3	Carte qui représente les différentes divisions de la mer Méditerranée définie par la Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée (CGPM), (CGPM, 2013).	11
4	Vue satellitaire (A) et plan (B) du port de pêche d'Annaba: la Grenouillère (Google, 2016) EGPP, 2015-(<i>modifié</i>)).	12
5	La pêcherie de l'anchois du port de pêche d'Annaba (A) est assurée par des Sardiniers (B) et des Chalutiers pélagiques (C).	13
6	Photographies montrant des spécimens d'anchois <i>E. encrasicolus</i> .	14
7	Photographies montrant la morphologie externe d' <i>E. encrasicolus</i> . (A), corps très élancé et mince; (B), dos bleu-vert à gris clair (carre vert); tête avec museau pointu et une bouche oblique (pointillés jaunes) largement fondue (flèche rouge).	16
8	Répartition géographique d' <i>E. encrasicolus</i> (www.fishbase.org). L'échelle des couleurs illustre l'occurrence d'apparition de l'espèce dans les zones indiquées. Noter qu'en Algérie l'occurrence oscille entre 0.8 et 1.	17
9	Photographies montrant le premier arc branchial gauche chez <i>E. encrasicolus</i> (A) et la représentation schématique d'un arc branchial (B).	19
10	Photographie montrant la colonne vertébrale d' <i>E. encrasicolus</i> .	19
11	Différentes mesures effectuées sur <i>E. encrasicolus</i> .	21
12	Photographies d'aspect macroscopique d'un ovaires (A) et testicule (B) d' <i>E. encrasicolus</i> .	24
13	Représentation des valeurs moyennes des caractères méristiques chez <i>E. encrasicolus</i> pêchée dans le golfe d'Annaba. BS: Branchiospines supérieures; BI: Branchiospines inférieures et NV: Nombre de vertèbres.	38
14	Variations du coefficient d'allométrie chez la population totale (A), les femelles(B), les mâles (C) d' <i>E. encrasicolus</i> pêchée dans le golfe d'Annaba.	40
15	Structure de la population d' <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba. M, proportion des mâles; F, proportion des femelles; NI, proportion des individus à sexe non déterminé.	41
16	Variations du sex-ratio en fonction de la taille chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba	42
17	Variations du sex-ratio en fonction du temps (mois) chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba.	43
18	Variations du sex-ratio en fonction des saisons chez <i>E. encrasicolus</i> à Annaba.	44
19	Evolutions mensuelles des RGS chez <i>E. encrasicolus</i> pêché dans le golfe d'Annaba	45
20	Représentation des évolutions mensuelles du RHS chez <i>E. encrasicolus</i> pêché dans le golfe d'Annaba	46
21	Fluctuations mensuelles du coefficient de condition K chez <i>E. encrasicolus</i> pêché dans le golfe d'Annaba	47
22	Variations mensuelles des proportions des 5 stades de maturité sexuelle retenus chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba.	50
23	Ogive de la taille à la 1 ^{ère} maturité sexuelle chez la population totale (A), les femelles (B) et la les mâles (C), d' <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba.	51
24	Microphotographies montrant la structure histologique des ovaires d' <i>E. encrasicolus</i> à différents stades de maturité (coloration à l'éosine).	56
25	Distribution des fréquences de taille chez la population totale d' <i>E. encrasicolus</i> .	58
26	Distribution des fréquences de taille chez les mâles et femelles d' <i>E. encrasicolus</i> .	58
27	Décomposition de la distribution des fréquences de taille de la population totale (A), des femelles (B) et mâles (C), d' <i>E. encrasicolus</i> en groupes d'âge	59
28	Présentation des différents taux de prise par âge pour la population totale et par sexe.	60

29	Courbe de croissance linéaire de la population totale (C), des femelles (B) et des mâles (A) d' <i>E. encrasicolus</i> pêchée dans le golfe d'Annaba (New VONBIT Stamatopoulos, (2005)). (A.1, B.1, C.1): L_{∞} , longueur asymptotique (cm) et (A.2, B.2, C.2): K , coefficient de vitesse de croissance.	62
30	Courbe de croissance linéaire théorique montrant la croissance linéaire de la population totale (A), des femelles (B) et de des mâles (C) d' <i>E. encrasicolus</i> , L_t (cm) vers sa taille asymptotique L_{∞} (cm) en fonction du temps (ans).	63
31	Courbes de croissance linéaire observée et théorique et de l'accroissement linéaire théorique chez la population totale (A), des femelles (B) et de des mâles (C) d' <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba.	65
32	Relation taille-poids chez la population totale (A), des femelles (B) et de des mâles (C) d' <i>E. encrasicolus</i> pêché dans le golfe d'Annaba.	67
33	Courbes théoriques de croissance pondérale d' <i>E. encrasicolus</i> pêchées dans les eaux du golfe d'Annaba. (A) la population totale, (B) des femelles et (C) des mâles.	69
34	Courbes de croissance pondérale théorique et de l'accroissement pondéral théorique chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba. (A) la population totale, (B) des femelles et (C) de des mâles	71
35	Rendement annuel en tonnes par groupes d'espèces débarquées au port de pêche d'Annaba entre 2006 et 2016.	72
36	Production des captures des petits pélagiques du port d'Annaba en 2016.	72
37	Production des captures d'anchois, des petits pélagiques et la production totale du port d'Annaba de 2006 à 2016.	73
38	Calcul de Z par la courbe de captures selon les longueurs chez <i>E. encrasicolus</i> . (A) la population totale, (B) des femelles et (C) de des mâles (FiSAT II, Gayanilo <i>et al.</i> (2005)). Point noir: points inclus dans le calcul de la régression	74
39	Estimation de la mortalité naturelle M selon la méthode de Pauly (1980) chez <i>E. encrasicolus</i> . (A) population totale, (B) femelles et (C) mâles.	75
40	Calcul des probabilités de captures à partir de la partie ascendante de la courbe de captures de la population totale d' <i>E. encrasicolus</i> pêchée dans le golfe d'Annaba FiSAT II (2005).	76
41	Calcul des probabilités de captures à partir de la partie ascendante de la courbe de captures des femelles d' <i>E. encrasicolus</i> pêchée dans le golfe d'Annaba FiSAT II (2005).	77
42	Calcul des probabilités de captures à partir de la partie ascendante de la courbe de captures des mâles pêchées dans le golfe d'Annaba FiSAT II (2005).	77
43	Isoplètes du rendement relatif par recrue (Y'/R) chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba avec $E = 0.76$ et $M = 0.56 \text{ an}^{-1}$ (Modèle de Beverton et Holt, (1966)).	78
44	Isoplètes de la biomasse relative par recrue (B'/R) chez <i>E. encrasicolus</i> pêché du golfe d'Annaba avec $E = 0.76$ et $M = 0.56 \text{ an}^{-1}$ (Modèle de Beverton et Holt, (1966)).	79
45	Courbes eumétriques de l'anchois <i>E. encrasicolus</i> avec $E = 0.76$ et $M = 0.56 \text{ an}^{-1}$ (Modèle de Beverton et Holt, (1966)).	80

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	page
1	Position systématique de l'anchois européen <i>E. encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758).	15
2	Echelle macroscopique de maturité sexuelle choisie pour les mâles et les femelles d' <i>E. encrasicolus</i> (Fontana, 1969).	25
3	Comparaison statistique (test t de Student) des paramètres méristiques de <i>E. encrasicolus</i> pêchée dans les eaux du littoral Est algérien.	38
4	Sex-ratio global, en période de reproduction et hors période de reproduction chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba	42
5	Echelle macroscopique des différents stades de maturité sexuelle chez l'anchois.	48
6	Distribution des tailles (Lt) et des poids (Pt) chez la population totale (PT), les mâles (M) et les femelles (F) d' <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba.	57
7	Clés âge-longueur d' <i>E. encrasicolus</i> obtenues par la méthode de Bhattacharya (1967) (FiSAT II, 2005). Clés âge-longueur d' <i>E. encrasicolus</i> obtenues par la méthode de Bhattacharya (1967) (FiSAT II, 2005).	59
8	Représentation des paramètres de l'équation de la courbe de Von Bertalanffy (1938) obtenus par New VONBIT (Stamatopoulos, 2005) et la vitesse de croissance moyenne $\bar{\phi}$ calculée chez <i>E. encrasicolus</i> .	61
9	Représentation des valeurs de la longueur observée et théorique et de l'accroissement linéaire chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba.	64
10	Relation d'allométrie entre le poids total (Pt) et la longueur totale (Lt) d' <i>E. encrasicolus</i>	66
11	Représentation des paramètres de l'équation de croissance pondérale chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba. P_{∞} , Poids asymptotique; K, t_0 , paramètres de l'équation de Von Bertalanffy; b, coefficient d'allométrie.	68
12	Représentation des valeurs du poids théorique et de l'accroissement pondéral théorique chez <i>E. encrasicolus</i> du golfe d'Annaba.	70
13	Taux de mortalité naturelle (M) d' <i>E. encrasicolus</i> selon 2 méthodes.	75
14	Paramètres de croissance et indices d'exploitation pour le calcul de (Y'/R) et de (B'/R).	78
15	Rendement et biomasse relatifs par recrue en fonction du facteur E chez l'anchois.	79
16	Représentation des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy (1938) et de l'indice de croissance d' <i>E. encrasicolus</i> dans différentes régions du monde.	93
17	Représentation des variations des coefficients de mortalités naturelle M et totale Z d' <i>E. encrasicolus</i> dans différentes régions.	95

LISTE DES SYMBOLES

Symbole	Explication
a	Constante de la relation d'allométrie.
b	Coefficient d'allométrie.
B'/R	Biomasse par recrue (g).
C C	Centre de classe (cm).
C_i	Capture en nombre de chaque âge i.
E	Taux d'exploitation
E-10	Taux d'exploitation pour une augmentation de Y'/R de 1/10 ^{ème} par rapport à E = 0
E-50	Valeur de E sous laquelle le stock a été réduit de 50% de sa biomasse inexploitée.
E-max	Exploitation avec rendement productif maximum
F	Mortalité par pêche (an ⁻¹).
K	Coefficient de vitesse de croissance (an ⁻¹).
L₁	taille moyenne du premier mode correspondant au premier groupe d'âge.
L₂₅	Longueur ou 25% des poissons sont susceptibles d'être capturés (cm).
L₅₀	Taille de première maturité sexuelle (cm).
L₅₀	Longueur ou 50% des poissons sont susceptibles d'être capturés (L ₅₀ = Lc) (cm).
L₇₅	Longueur ou 75% des poissons sont susceptibles d'être capturés (cm).
L_∞	Longueur asymptotique (cm).
Lc	Longueur moyenne de première capture (équivalente à la L ₅₀) (cm).
LC	Taille de recrutement (cm).
L_{max}	la longueur totale du plus grand poisson échantillonné
Lt	Longueur totale au temps t (cm).
M	Mortalité naturelle (an ⁻¹).
n	Effectif
N_i	Nombre de survivants à l'âge t _i .
P	Probabilité
P_(t)	Poids individuel moyen (g) des animaux d'âge t.
P_∞	Poids corporel asymptotique (g).
P_g	Poids des gonades.
P_i	Poids moyen de la cohorte de la classe i (g ou tonnes).
PT	population totale PT
P_t	Poids total (g) correspondant à Lt.
P_v	Poids éviscéré (g) au temps t (g).
r	Coefficient de corrélation.
R	Recrutement.
r²	Coefficient de détermination.
S.I	Indice de séparation qui doit être > 2.
t	Tonne.
t₀	Âge auquel la taille du poisson est théoriquement = 0 (an).
t₀	Paramètre de croissance de Von Bertalanffy (an).
tc	Âge à la première capture (an).
T_F	Taux de féminité.
T_M	Taux de masculinité.
W_∞	Poids corporel asymptotique (g).
W_e	Poids éviscéré (g) au temps t (g).
W_g	Poids des gonades.
W_t	Poids total (g) correspondant à Lt.
Y	Capture (ou rendement) (Yield) (g.an ⁻¹ ou tonnes.an ⁻¹).
Y'/R	Rendement par recrue (g.an ⁻¹).
Z	Mortalité totale (an ⁻¹).
Δti	Intervalle de temps.

LISTE DES ACRONYMES

ALMED	Campagne d'évaluation des ressources démersales des côtes algériennes
ALPEL	Campagne d'évaluation des petits pélagiques des côtes algériennes
CGPM	Conseil Général des Pêches en Méditerranée.
CGPM	Commission Générale des Pêches en Méditerranée.
CNEPRU	Commission Nationale d'Evaluation des Projets de Recherche Universitaire.
CNRDP	Centre National de Recherche de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture.
COPEMED	Projet de Coopération en matière de Pêche en Méditerranée.
DGE	Direction Générale de l'Environnement
DPRH	Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques.
DPRHA	Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques Annaba.
EGPP	Entreprise de Gestion des Ports de Pêche d'Algérie.
FAO	Food and Agriculture Organization.
FiSAT II	Logiciel d'Analyse des données des fréquences de longueurs et évaluation des stocks.
Ifremer	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.
ISTPM	Institut Spécialisé de Technologie des Pêches Maritimes
JORADP	Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire
LCHF	Laboratoire Central d'Hydraulique de France,
MPRH	Ministère de la pêche et des ressources halieutiques.
ONDPA	Office National de Développement et de Production Aquacole (ONDPA).
ONM	Office National de la Météorologie
PNR	Projets nationaux de recherche.
PP	Petit pélagique
VIT	Software for fishery analysis.
VONBIT	Nouvelle version logicielle du modèle de croissance Von Bertalanffy.

1. INTRODUCTION

1. INTRODUCTION

La pêche fournit une part importante des protéines animales de l'alimentation humaine. On estime que la faune aquatique assure entre 15 et 20 % de toutes les protéines animales. Le poisson a une haute valeur nutritive et constitue un complément précieux dans les régimes alimentaires pauvres en vitamines et en sels minéraux essentiels (FAO. 2011). Une portion de 150 g de poisson peut fournir de 50 à 60% des besoins protéiques journaliers d'un adulte. En 2010, le poisson a représenté 16.7% de l'apport en protéines animales de la population mondiale et 6.5% de toutes les protéines consommées (FAO. 2014).

L'importance des pêches pour un pays ne peut être jugée que par le maintien des ressources halieutiques et les produits de la pêche qui présentent des composants fondamentaux de l'alimentation et de l'emploi. Un autre aspect qui rend les ressources halieutiques si importantes est leur caractère auto-renouvelable. Cela signifie que si une ressource halieutique, ou toute autre ressource biologique auto-renouvelable, est bien gérée sa durée est quasiment illimitée (FAO. 2002).

En 2018, la FAO estime la production mondiale de pêche de capture à $90,9 \cdot 10^6$ tonnes, ce qui représente une légère diminution par rapport aux 2 années précédentes. Les secteurs de la pêche en mer et de la pêche continentale représentaient respectivement 87,2 et 12,8 % du total mondial des prises en mer qui s'élevait à $79,3 \cdot 10^6$ tonnes en 2016, soit un recul de près de $2 \cdot 10^6$ tonnes par rapport à 2015 ($81,2 \cdot 10^6$ tonnes) (FAO. 2018).

Selon le suivi des stocks évalués par la FAO, l'état des ressources halieutiques marines a continué de se dégrader. On observe une tendance à la baisse de la proportion des stocks halieutiques marins exploités à un niveau biologiquement durable, de 90,0 % en 1974 à 66,9 % en 2015: la proportion des stocks exploités à un niveau biologiquement non durable est passée de 10 % en 1974 à 33,1 % en 2015, la situation s'étant particulièrement aggravée à la fin des années 1970 jusqu'aux années 1980. En 2015, les stocks exploités au niveau durable maximal (auparavant appelés «stocks exploités au maximum») représentaient 59,9 % du total des stocks évalués contre 7 % pour les stocks sous-exploités. La proportion de stocks sous-exploités a diminué de manière continue de 1974 à 2015, mais celle des stocks exploités au niveau durable maximal, après avoir baissé de 1974 à 1989, est remontée pour s'établir à 59,9 % en 2015, en partie sous l'effet du renforcement de la mise en œuvre des mesures de gestion (FAO. 2018).

En 2015, parmi les 16 zones statistiques principales, c'est en Méditerranée et en mer Noire, dans le Pacifique Sud-Est et dans l'Atlantique Sud-Ouest que l'on observait la plus forte proportion de stocks évalués exploités à un niveau biologiquement non durable; à l'opposé, le Pacifique Centre-Est, le Pacifique Nord-Est, le Pacifique Nord-Ouest, le Pacifique Centre-Ouest et le Pacifique Sud-Ouest affichaient les taux les plus bas. Par exemple, quelque 43 % des stocks des principales espèces commerciales de thon ont été exploités à un niveau biologiquement non durable en 2015, contre 57 % à un niveau durable (FAO. 2018).

Les petits poissons pélagiques (PP), représentent le groupe d'espèces les plus pêchés au monde avec environ 39 millions de tonnes, soit plus d'un tiers des captures totales (FAO. 2016). Au cours des 60 dernières années, les captures ont largement évolué au gré des variations de la ressource. Il a été largement admis par les communautés scientifiques que cette variabilité est provoquée par une combinaison de différents facteurs essentiellement représentés par les conditions environnementales et la surpêche. Ainsi, les caractéristiques biologiques des PP (durée de vie courte, grande fécondité, taux de mortalité naturel élevé, dépendance du plancton pour leur alimentation) font qu'ils sont très sensibles aux forçages environnementaux (Cury & Roy, 1989; Hunter & Alheit, 1995). De plus, parce qu'ils sont très mobiles et de bons nageurs, les poissons pélagiques peuvent réagir rapidement aux changements de leur environnement. Enfin, leur comportement grégaire facilite leur détection et leurs captures contribuent à leurs variabilités d'abondance.

Les conditions d'exploitation des ressources pélagiques ont subi une grande mutation au cours des dernières décennies. Le mythe de l'existence de ressources inépuisables entretenu, jadis, par la disponibilité des stocks aisément exploitables a fait place aujourd'hui à une prise de conscience des dangers de leur effondrement. Par ailleurs, la FAO (2016) estime que près de 31.4% des stocks de poisson sont surexploités, 58.1 % pleinement exploités et que seulement 10.6% sous-exploités. Pour éviter de tel scénario, il est devenu urgent de comprendre les raisons des disparitions des stocks. Les effondrements historiques les plus spectaculaires de stocks de poisson sont ceux de la sardine de Californie (Mac Call, 1976; 1983) et du Japon (Hayasi., 1983) dans les années 1950, de l'anchois du Pérou dans les années 1972 (Sharp., 1987 ; Roy *et al.* , 1992), du pilchard d'Afrique du sud au milieu des années 1960-1970 (Shannon *et al.*, 1988), de hareng de la Mer du Nord (Saville et Bailey, 1980) ou le signal d'alarme donnée par la chute de biomasse de la sardine au Maroc en 1997 (FAO, 2001); autant d'exemples qui témoignent de l'extrême sensibilité de ces espèces face aux fluctuations

thermiques et hydrodynamiques, du milieu (Cury *et al.*, 2000), ajoutée à la surexploitation dont les conséquences peuvent être également désastreuses à long terme. D'autant plus que dans beaucoup de pays du monde, et en particulier dans les pays en voie de développement, les PP constituent une source importante de protéines et de nutriments à prix abordables. Ces petits poissons pélagiques occupent ainsi un poids important dans l'alimentation et l'économie mondiale.

Dans le **bassin Méditerranéen**, les PP représentent approximativement 50 % des captures totales annuels de pêche. En général, ces stocks sont considérés comme étant pleinement exploités, en particulier en ce qui concerne les anchois et les sardines pour lesquels la demande sur les marchés s'est accrue (Mesnildrey *et al.*, 2010). Ces 2 espèces présentent un intérêt commercial, à la fois en termes de débarquements et de valeur économique (Dulčić, 1997; Stergiou *et al.*, 1997; Bellido *et al.*, 2000 et Tsikliras *et al.*, 2005). Elles sont ciblées depuis 1950 par la pêche industrielle pour la fabrication de farine et d'huile de poisson (Jemaa, 2014).

L'anchois européen *Engraulis encrasicolus*, fait partie des PP les plus pêchés (Leonart et Maynou, 2003). La Turquie est le plus important des 9 pays exploitants cette ressource avec une moyenne de 160 544 tonnes pour la période allant de 1950 à 2012, suivie par l'Espagne (48883 t), l'Italie (43062 t), le Maroc (14563 t) et 5 autres pays dont l'Algérie. L'anchois constitue également une des espèces pélagiques les plus débarquées par la Grèce (10 840 t), la France (7854 t) et l'Égypte (3530 t). En mer Catalan, la pêche de l'anchois a été diminuée de 20 000 t à 5000 t entre 1990 et 2013 (FAO, 2013).

En Algérie, le secteur de la pêche et des ressources halieutiques revêt un caractère stratégique, de par ses capacités à contribuer à l'émergence d'une économie productive nationale, à la création et la préservation de l'emploi, mais également par son aptitude à participer à l'amélioration de la sécurité alimentaire du pays (MPRH, 2014). L'Algérie a participé au projet COPEMED de la FAO, Projet de Coopération en matière de Pêche en Méditerranée dont le but principal était de renforcer la collaboration scientifique entre les pays de la Méditerranée Occidentale pour une gestion durable des pêcheries surtout les stocks de PP.

Depuis 1962, huit campagnes d'évaluation des ressources halieutiques des côtes algériennes ont été effectuées. Quatre dans le cadre de coopération (FAO en 1974, institut Bergen en

1979, ISTPM en 1982 et Visconde de Eza en 2003 et 2004) et après l'acquisition d'un navire de recherche en 2010 (Grine Belkacem), 4 autres campagnes ont été effectuées par des scientifiques algériens du Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture: ALPEL 2011, ALMED 2012, ALPEL 2014 et ALMED 2017 pour les pélagiques (ALPEL) et les démersaux (ALMED). La campagne ALPEL 2014 estime la biomasse totale à 600.000 t et limite les stocks exploitables de PP à 220.000 t /an (CNRDPA, 2014).

La pêche des PP en Algérie porte essentiellement sur l'anchois, *Engraulis encrasicolus* et la sardine, *Sardina pilchards*, 2 téléostéens pélagiques dont l'exploitation a une importance stratégique sur le plan économique et social (Bacha et Amara, 2009).

Dans le golfe d'Annaba, la pêche des PP s'effectue par 2 types d'engins bien distincts: les sennes tournantes avec coulisse (27%) et les chaluts pélagiques (73%). Selon la Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques de la wilaya d'Annaba (DPRHA, 2016), la biomasse exploitable de l'anchois, débarquée au port de pêche d'Annaba, a été évaluée et classée durant la dernière décennie à la 5^{ème} place avec 5.9 % des captures des PP et environ 3.7% de la production halieutiques totale. Cependant, dans la région d'Annaba, cette espèce fait l'objet d'une faible commercialisation.

En raison de son importance économique, l'anchois européen a fait l'objet, depuis le début du siècle dernier, de plusieurs études morphologiques, méristiques et génétiques pour évaluer la structure de ses populations et leur histoire phylogéographique. Cette structure est plus complexe que la structuration de la sardine (Ganias, 2014). La connaissance de la structuration des populations et l'identification des stocks sont une phase fondamentale du processus d'aménagement et de gestion d'une pêcherie (Quetglas *et al*, 2012). Une mauvaise identification des stocks et de leurs paramètres biologiques peut entraîner une mauvaise gestion de ces stocks et, par conséquent, les mettre en péril. La connaissance des paramètres biologiques caractérisant le stock exploité de l'anchois est un préalable utile pour alimenter les modèles d'évaluation des stocks afin de mettre en place une politique rationnelle de leur gestion, éviter leur surexploitation et assurer leur pérennité. Parmi les auteurs qui ce sont intéressés à cette espèce et qui ont traité différents aspects, dont la morphologie, la biologie et la physiologie de la reproduction, l'âge, la croissance, le recrutement ou encore la génétique. Nous citerons entre autres les travaux de Fage (1911, 1920), Erkoyuncu et Ozdamar (1989), Palomera (1992), Giraldez et Abad (1995), Lisovenko et Andrianov (1996), Bellido *et al*.

(2000), Sinovčić et Zorica (2006), Zarrad *et al.* (2006), Pecquerie *et al.* (2009), Morello et Arneri (2009), Tsikliras *et al.* (2010), Somarakis *et al.* (2012), Uriarte *et al.* (2012), Guidetti *et al.* (2013), Manzo *et al.* (2013), Zupa *et al.* (2013), Politikos *et al.* (2014), Zorica *et al.* (2014), Basilone *et al.* (2015).

En Algérie, malgré le rôle que peut jouer l'exploitation d'*E. encrasicolus*, il existe peu de données sur sa biologie à l'exception de quelques travaux menés sur les côtes Ouest et Centrale du littoral. Ces derniers portent essentiellement sur la biologie, la reproduction, l'écologie, le régime alimentaire et la dynamique de l'anchois (Arrignon, 1966; Hemida, 1987; Djabali et Hemida, 1989; Bacha et Amara, 2009; Benmansour, 2009; Bacha *et al.*, 2010 et Bacha *et al.*, 2014). **Dans la partie Est du littoral**, la biologie d'*E. encrasicolus* a été peu abordée à l'exception de quelques travaux réalisés dans les golfes de Béjaia (Bacha et Amara, 2012) et (Jemma, 2014), de Skikda (Mezedjeri *et al.*, 2013), dans le littoral El Kala (Ladaimia *et al.*, 2016) et d'Annaba (Benchikh *et al.*, 2018) et notre étude s'inscrit dans le cadre de 2 projets de recherche sur les PP de l'Est algérien (Projet CNEPRU: F01120100093 et PNR en collaboration avec le CNRDPA). Son objectif est d'étudier les caractéristiques biologiques et la pêche chez l'anchois *E. encrasicolus* peuplant les eaux du littoral d'Annaba à travers 4 axes:

1. la morphométrie d'*E. encrasicolus* par les mesures des paramètres méristiques et métriques.

2. la reproduction où nous avons abordé les cycles sexuels d'*E. encrasicolus* à travers l'étude du sex-ratio, de la maturité sexuelle, de la période de reproduction, de la taille de 1^{ère} maturité sexuelle et de l'histologie des gonades.

3. l'étude de l'âge et la modélisation de la croissance.

4. l'estimation du niveau d'exploitation d'*E. encrasicolus*) a travers la détermination des mortalités totale (Z), naturelle (M), par pêche (F), le taux d'exploitation (E) et la taille de 1^{ères} captures.

2. MATERIEL ET METHODES

2. MATERIEL ET METHODES

La problématique de la reproduction, de l'âge, de la croissance et de l'exploitation de l'Anchois *Engraulis encrasicolus* du golfe d'Annaba a nécessité la mise en place d'un ensemble de protocoles techniques.

2.1. Golfe d'Annaba

2.1.1. Position géographique

La ville d'Annaba est située dans le Nord-Est algérien, le golfe d'Annaba est limité par 2 caps; cap Rosa à l'Est ($8^{\circ}15$ LE, $36^{\circ}38$ LN) et cap de Garde à l'Ouest ($7^{\circ}16$ LE, $36^{\circ}68$ LN), distant d'environ 40Km l'un de l'autre (Fig. 1) avec une profondeur maximale qui ne dépasse pas 65m (Anonyme, 1976). Le plateau continental est accidenté et nettement restreint au nord du Cap de Garde (4.5 milles), puis s'élargit dans le golfe jusqu'à 27 km pour se rétrécir légèrement à l'Est au voisinage du Cap Rosa (Vaissière et Fredj, 1963). Le golfe reçoit les eaux douces de 2 oueds: le Mafrag à l'Est et la Seybouse au Sud - Est, dont les débits irréguliers restent liés aux saisons.

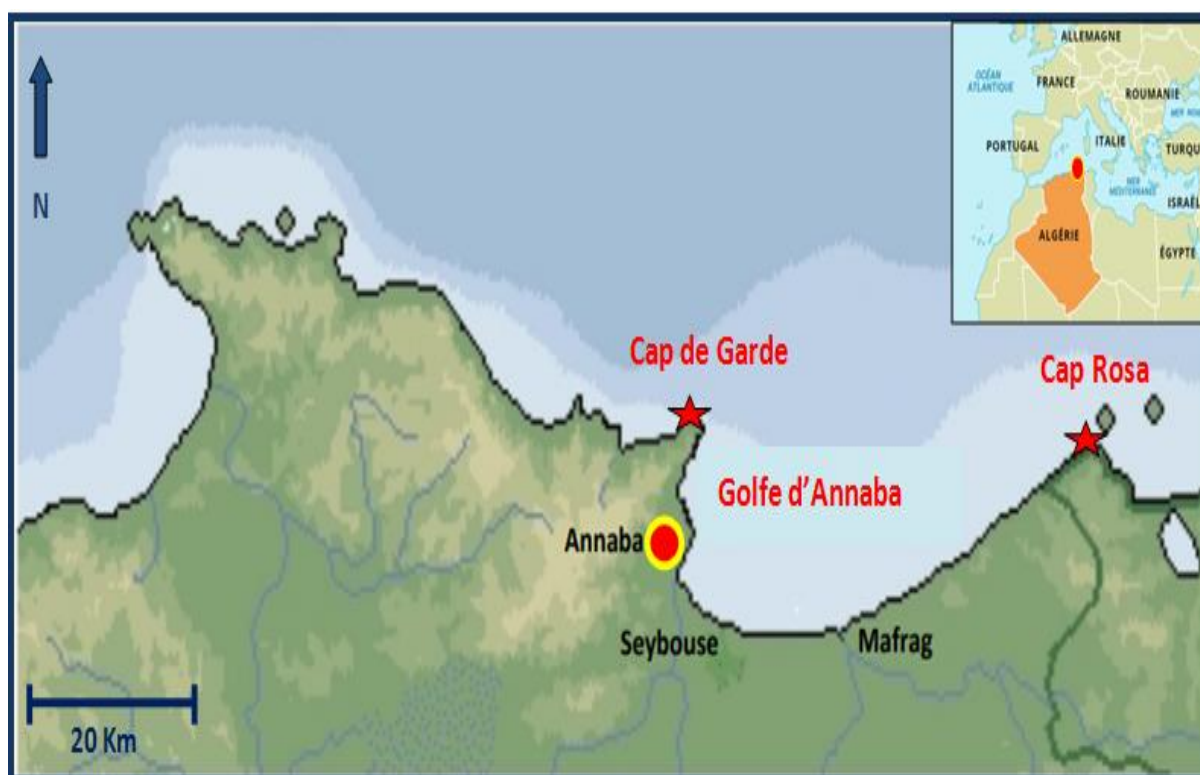


Figure 1: Carte montrant la Position géographique du golfe d'Annaba située au littoral Nord Est de l'Algérie entre le Cap Rosa et le Cap de Garde à l'Est à l'Ouest.

2.1.2. Données océanographique

Les études et les données scientifiques de nature océanographique décrivant le golfe d'Annaba sont rares et limitées. Cependant, les quelques études réalisées soit par des campagnes de recherche, des travaux de bureaux d'études ou bien par les diverses études universitaires, nous fournissent un certain nombre de données sur lesquelles une idée globale sur le golfe de Annaba peut être élaborée.

2.1.2.1. Configuration du fond

Le golfe d'Annaba est caractérisé par un plateau continental très étroit, c'est ainsi que la plate forme continentale avance jusqu'à 10 milles seulement au large (Gruvel, 1926). La sédimentologie du golfe d'Annaba débute par un sable fin auquel succède une chaîne d'herbier de posidonies installées sur des substrats rocheux qui se prolongent par des vases terrigènes molles mélangées à du sable ou à des débris coquilliers (Maurin, (1961). Au-dessus de l'isobathe -1000 m, le détritique côtier apparaît plus important. Au-delà, dans le prolongement du golfe vers la vallée de Tabarka (Tunisie), on rencontre un substrat constitué surtout de vase terrigène gluante (Vaissière et Fredj, (1963).

2.1.2.2. Les Courants

La connaissance du régime des courants est primordiale et déterminante dans l'étude d'évaluation des ressources pélagiques. Cette fraction des ressources halieutiques est prépondérante des différents types de circulation des masses d'eaux (courants horizontaux de surfaces ou de fonds, remontées des eaux ou upwellings, méandres et tourbillons, etc.).

Le régime des courants côtiers qui circulent dans le golfe d'Annaba a été étudié par le LCHF (1976) en utilisant des moyens de mesure différents et en exploitant les renseignements extraits des instructions nautiques. Les résultats de l'étude signalent l'existence d'un courant général dirigé vers l'Est (orientation 100°-120°), pouvant atteindre 1 à 2.5 nœuds et passant à quelques milles au large et d'un courant de 0.5 à 1.5 nœuds qui circulerait plus près de la côte entre le cap de Garde et l'Oued Mafragh, prenant une direction Sud (150°-180°) s'annulant au cours des tempêtes d'Est (LCHF, 1976) (Fig. 2).

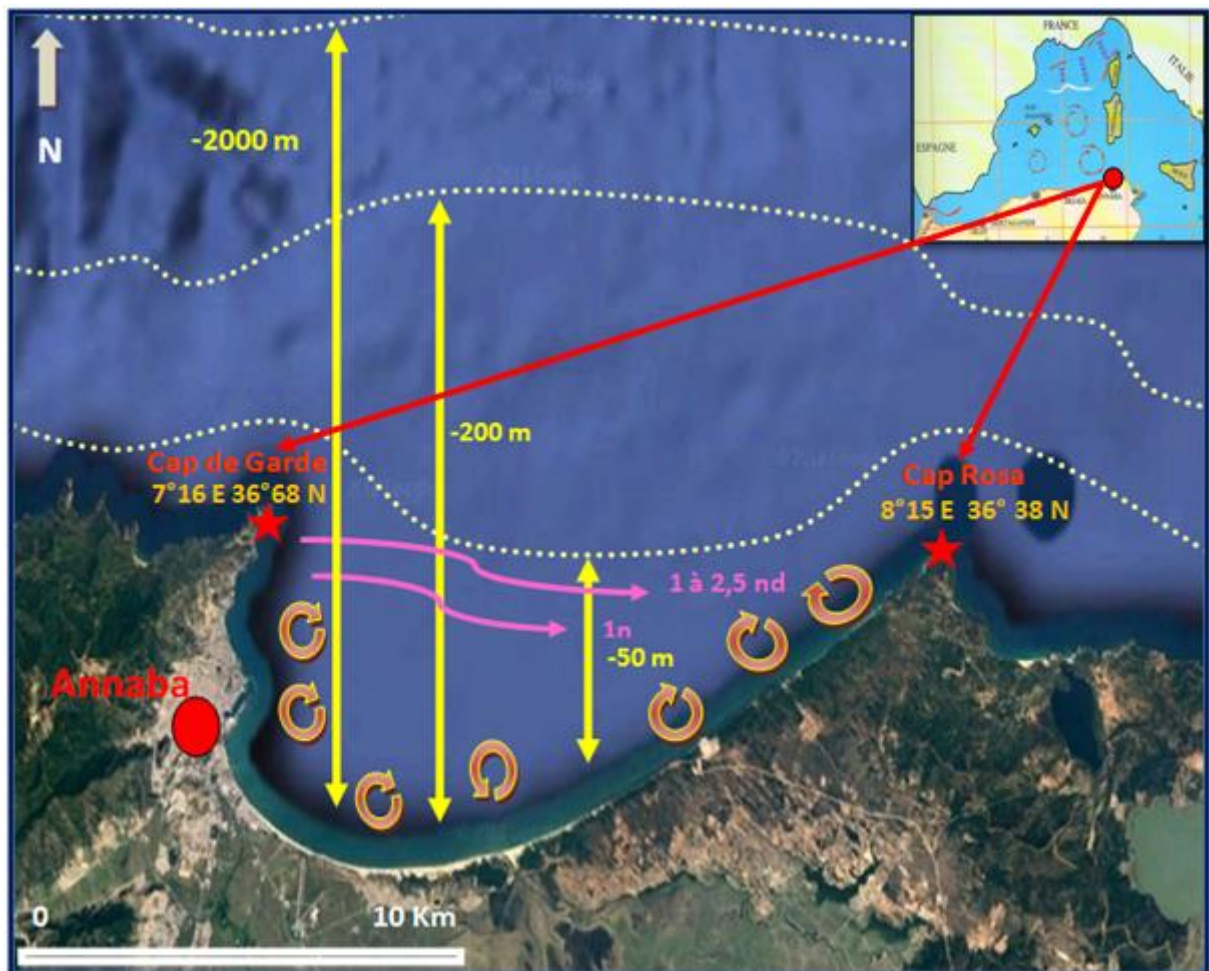


Figure 2: Carte satellitaire montrant la circulation des courants du golfe de Annaba (Google, 2016 (modifiée)).

2.1.2.3. Paramètres physico-chimiques

Concernant la température de l'eau, les couches superficielles sont directement influençables par les températures externes, en raison des échanges thermiques entre le milieu interne et l'air ambiant (Lalami, (1971). D'après Frehi (1995) les températures, au Sud-Est du golfe d'Annaba varient entre 16°C en hiver et 28.8°C en été. Au Nord-Ouest du golfe, elles oscillent entre 14 et 28°C. Cette variation est liée aux influences des rejets industriels.

La salinité dans la région Est Algérienne est assez variable et fluctue entre 37.1 et 37.4‰ selon le lieu et la saison (Frehi, 2007).

2.1.2.4. Paramètres biologiques

2.1.2.4.1. Phytoplancton

D'après Ounissi et Fréhi (1999), le golfe d'Annaba abrite 2 zones la 1^{ère} se caractérise par des peuplements de phytoplancton très denses mais faiblement diversifiés. Les

populations de Diatomées y sont toujours abondantes et formées principalement par *Coscinodiscus radiatus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros* spp. et *Rhizosolenia* spp. Les Péridiniens: *Protoperidium depressum*, *Dinophysis caudata*, *Ceratium* spp, peuvent en saison chaude développer de forts effectifs. D'autres part, les Tintinnides, se manifestent par des explosions démographiques, particulièrement en été et sont constitués essentiellement par 4 à 5 espèces opportunistes telles que *Favella serrata*, *Tintinnops campanula*, *Porecus apiculatus*, *Codonellopsis morchella*.

La 2^{ème} zone est caractérisée par des eaux plus transparentes, moins fertiles et mieux renouvelées où les Dinoflagellés dominent tandis que les effectifs de Diatomés et de Tintinnides diminuent et leur hiérarchie d'abondance spécifique est remaniée. La prolifération de *Pseudo-nitzschia multiseries* en avril s'étend en revanche à l'ensemble du secteur.

Frehi *et al.*, (2007) dressent un inventaire des Dinoflagellés responsables des blooms toxiques ou non de la baie de Annaba où 11 taxons sont décrits, parmi lesquels 2 espèces signalées pour la première fois sur les côtes algériennes, *Alexandrium catenella* et *Gymnodinium catenatum*. Neuf autres espèces figurent dans cet inventaire, *Dinophysis caudata*, *D. fortii*, *D. rapa*, *D. rotundata*, *D. tripos*, *Lingulodinium polyedrum*, *Protoperidinium crassipes*. *Prorocentrum triestinum* et *Scrippsiella trochoidea*.

2.1.2.4.2. Zooplancton

Ounissi *et al.*, (1998) signalent que, dans le golfe de Annaba le zooplancton développe des populations denses de 17461 à 202085 ind/m³. Elles sont constituées principalement de taxons microphages: Copépodes, Tintinnides, Appendiculaires et Cladocères. Les Copépodes, représentés par 73 espèces, sont largement dominés par les populations côtières comme *Acartia discaudata mediterranea*, *A. clausi*, *Euterpina acutifrons*, *Oithona nana*, *Paracalamus parvus* et *Centropages kröyeri*.

Lorsque l'environnement physique change en période de brassage, les espèces d'eaux néritiques externes et océaniques pénètrent dans le secteur en faibles abondances et tendent à augmenter l'indice de diversité en revanche le peuplement se réduit en été à une dizaine d'espèces dominées par les populations d'eaux côtières eutrophies.

Les tintinnides sont abondant en toutes saisons et forment une fraction importante du zooplancton *Favella serrata* se manifeste par des explosions démographiques et accompagne les poussées phytoplanctoniques d'avril à août alors que les Cladocères ne sont fréquents qu'à partir de l'été comme la plupart des éléments méroplanctoniques.

2.1.3. Données climatologiques.

2.1.3.1. Température et pluviométrie.

La température moyenne à Annaba est de 25.5°C. Août est le mois le plus chaud de l'année et Janvier le plus froid de l'année avec une température moyenne de 11.2°C. Le début de l'été est marqué par des hausses de températures saisonnières $\leq 30^{\circ}\text{C}$ (ONM, 2016).

La région d'Annaba dispose d'un régime pluviométrique caractérisé par 2 saisons: une saison sèche, entre mai et septembre représentant 25% de la pluviométrie moyenne annuelle, les 75% restant se situent dans la saison humide allant d'octobre à avril avec une pluviométrie moyenne comprise entre 600 et 700 mm (Djabri, (1995).

L'évolution de la température et des précipitations de 2016 laisse apparaître des précipitations moyennes de 7.1 mm qui font de juillet le mois le plus sec. En décembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 101.9 mm et une température maximale de l'air de 42.7°C en Juillet alors que la minimale est de 2.5°C en janvier.

Ces données classent le climat de la région d'Annaba comme étant Méditerranéen à caractère sub-humide (DGE, (1999).

2.1.3.2. Les vents.

Dans le golfe d'Annaba, les vents, générateurs d'agents hydrodynamiques tels que les houles et les courants ont 2 types de trajectoires:

- Nord-Ouest, ils dominent largement pendant toute l'année, leur vitesse annuelle est de 3.7 m/s (ONM, (1999).

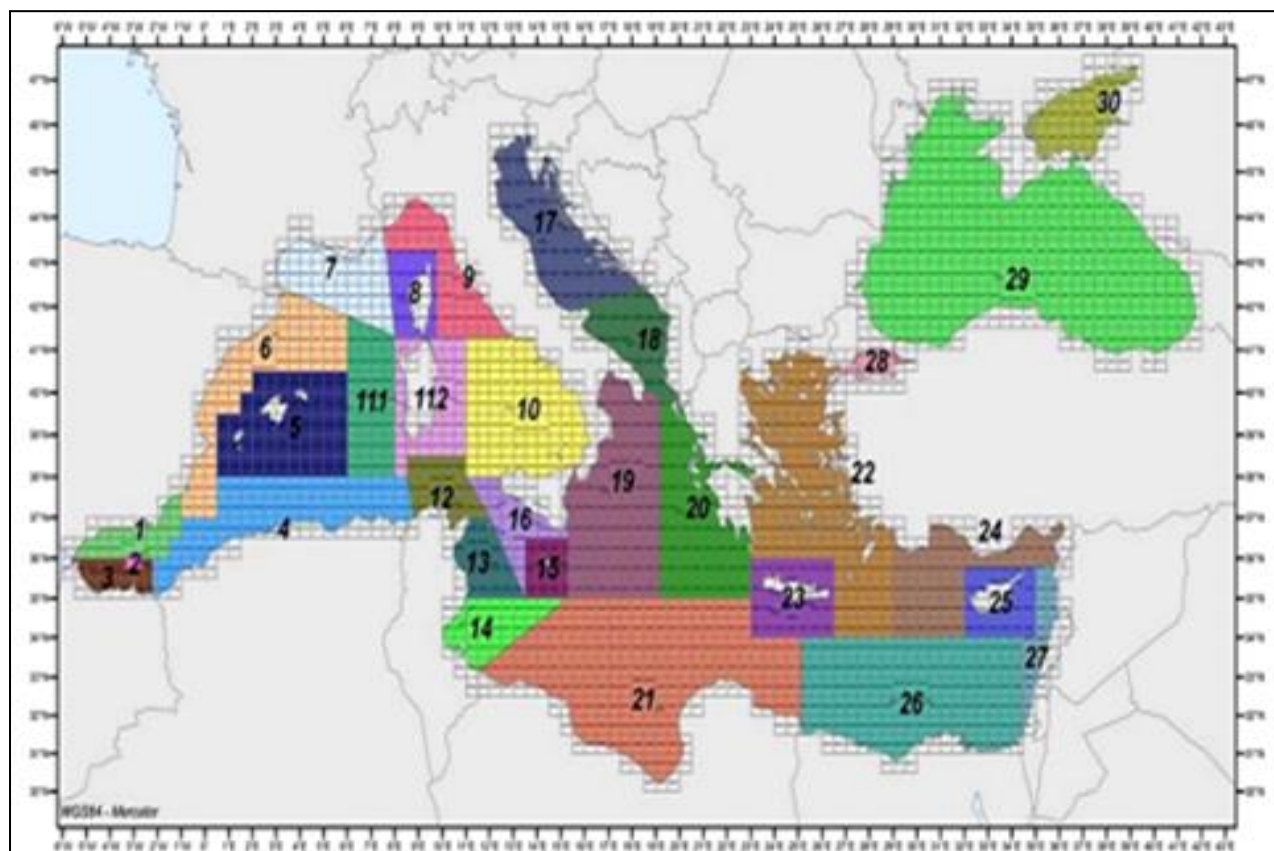
- Sud-Ouest à Ouest dominant pendant la saison humide et de secteur Nord à Est dominant en saison sèche, leurs vitesses représentent: 32.9% < 4 m/s, 32.8% > 5 et < 9 m/s, 4.5% pour les vitesses > 10 et < 14 m/s et 0.3% pour les vitesses > 15 m/s. Les vents violents > 10 m/s représentent 4.8%, 44.6% de ces derniers sont de Nord- Nord-Est et 11.3% d'Ouest, le djebel Edough, faisant écran contre les vents de Nord-Ouest (LCHF, (1976).

Le régime des vents joue un rôle décisif dans la chaîne trophique des PP en suscitant le brassage des eaux profondes avec les eaux de surface et les courants marins.

2.1.4. Golfe d'Annaba et les sous-divisions statistiques FAO

Le golfe d'Annaba fait partie, selon la répartition géostatistique FAO, de la sous division 1.1.4 (bassin algérien) du CGPM-GSA (Geographical Sub-Area), de la division 1.1, englobant la mer d'Alboran et le bassin algérien, de la sous zone 1 (Méditerranée

Occidentale) appartenant à la zone de pêche 37 représentant la Méditerranée et la mer Noire (Fig. 3).



1	Northern Alboran sea	9	Ligurian and North Tyrrhenian Sea	17	Northern Adriatic	25	Cyprus Island
2	Alboran Island	10	South and Central Tyrrhenian Sea	18	Southern Adriatic Sea	26	South Levant
3	Southern Alboran sea	11	1. Sardinia West 2. Sardinia East	19	Western Ionian Sea Western	27	Levant
4	Algeria	12	Northern Tunisia	20	Eastern Ionian Sea Eastern	28	Marmara Sea
5	Balearic Island	13	Gulf of Hammamet	21	Southern Ionian Sea	29	Black Sea
6	Northern Spain	14	Gulf of Gabes	22	Aegean Sea	30	Azov Sea
7	Gulf of Lions	15	Malta Island	23	Crete Island		
8	Corsica Island	16	South of Sicily	24	North Levant		

Figure 3: Carte qui représente les différentes divisions de la mer Méditerranée définie par la Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée (CGPM), (CGPM, 2013).

2.1.5. Le port de pêche d'Annaba.

Le port de pêche d'Annaba se situe dans la sortie Sud-Ouest du golfe d'Annaba aux coordonnées 07° 47' 3" de longitude Est et 36° 54' 11" de latitude Nord il comprend:

- l'avant-port, abrité au Nord et au Nord-Est par la jetée coudée du lion et au Sud-Est par la jetée Sud,

- la grande darse, qui communique avec l'avant-port par la passe Babayaud,

- la partie darse, située à l'extrémité Sud-Ouest de la grande (LCHF, (1976).

Appelé la grenouillère, cette structure représente une zone à productivité relativement forte où prédominent les chalutiers et senneurs. Sa profondeur varie entre -3.5 et -5.8 m. Ce

port est doté d'une capacité d'accueil de 345 ml, d'un tirant d'eau de 2 à 4.5 m et d'un terre-plein de 9400 m² avec des quais de 640 m de long. Cinq infrastructures liées à la pêche sont également présentes dans cette zone on a:

- un hall de vente en gros de produits de la pêche s'étalant sur 800 m² et doté de 2 chambres froides (la grenouillère).
- une fabrique de glace gérée par l'ONDPA d'une capacité de 5 t / j,
- une station d'avitaillement en carburant,
- deux entreprises de construction et réparation navale (Sarl Hippone) (DPRH, (2002).

La flottille de pêche est constituée de chalutiers, sardiniers et petits métiers, composée de 292 embarcations en 2006, elle a atteint 504 en 2016 (Fig. 4).

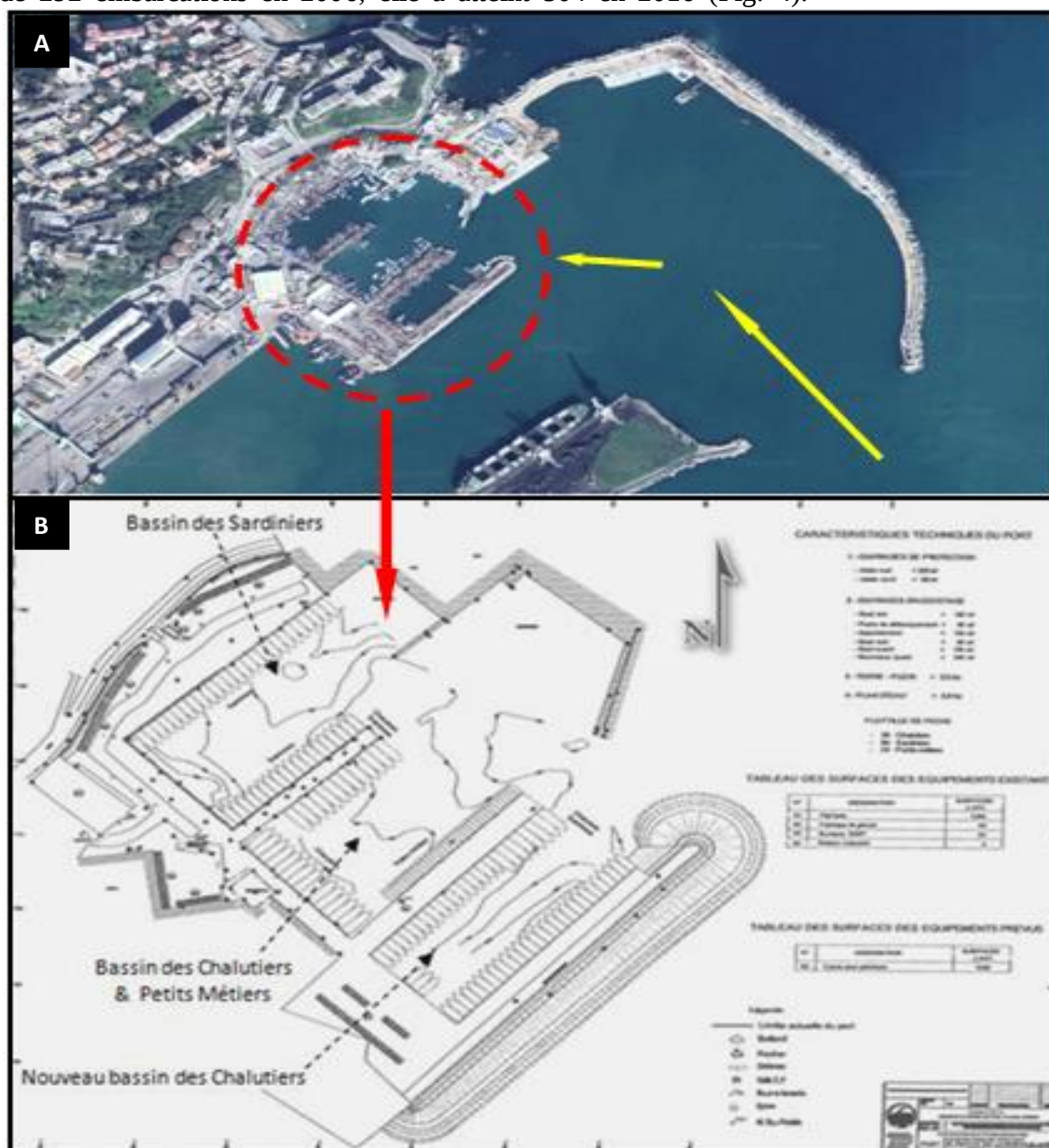


Figure 4: Vue satellitaire (A) et plan (B) du port de pêche d'Annaba: la Grenouillère (Google, 2016) EGPP, 2015-(modifié)).

Le golfe d'Annaba recèle un potentiel halieutique non négligeable, en effet, entre 2006 et 2016 le rendement total de la pêche dans le port d'Annaba est dominé par les poissons bleus. Leurs tonnages sont passés de 5301.1 en 2006 à 4274.6 en 2016 (Fig. 5).



Figure 5: La pêche de l'anchois du port de pêche d'Annaba (A) est assurée par des Sardiniers (B) et des Chalutiers pélagiques (C).

2.1.6. La pêche de l'anchois dans le golfe d'Annaba

L'anchois est pêché dans le golfe d'Annaba par les senneurs ou sardiniers (appelés aussi localement Ring net) tout le long de l'année de nuit comme de jour. Aucune restriction temporelle ne leur est imposée par la réglementation actuelle. L'engin de pêche utilisé est

généralement la senne tournante coulissante en plus de quelques lamparos qui subsistent encore. Aucun texte réglementaire ne précise la dimension minimale autorisée pour l'ouverture de maille de ce type d'engins. Un seul texte limitant l'utilisation d'un seul canot porte feu pour chaque sardiner est cependant à signaler (JORADP N°78, 2003). Enfin, on note que pour l'ensemble des métiers exploitant les ressources halieutiques, une réglementation régit et précise les zones de pêche côtière, au large et grande pêche (JORADP N°36, 2001) ainsi que les caractéristiques techniques des navires de pêche autorisés à intervenir dans chaque zone (JORADP N°62, 2004).

2.2. Matériel biologique

2.2.1. Biologie de l'anchois européen, *Engraulis encrasicolus*

L'anchois européen ou anchois commun, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) est un poisson Téléostéen, Clupéiforme de la famille des Engraulidés. Son caractère morphologique le plus remarquable est l'allongement de son museau en rostre au dessus d'une bouche inférieure largement fendue (Ba, 1988) (Fig. 6).



Figure 6: Photographies montrant des spécimens d'anchois, *E. encrasicolus*.

2.2.2. Position systématique de l'anchois européen, *Engraulis encrasicolus*

L'anchois, *Engraulis encrasicolus* occupe la position systématique suivante (Tab. 1).

Tableau 1: Position systématique de l'anchois européen *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758)

Systématique	Noms scientifiques	Noms communs	Caractéristiques morphologiques
Embranchement	Chordata	Chordés	Animaux avec organisation complexe, définie par 3 caractères originaux: tube nerveux dorsal, chorde dorsale et tube digestif ventral. Il existe 3 grands groupes de Chordés: les Tuniciers, les Céphalocordés et les Vertébrés.
Sous-embranchement	Vertebrata	Vertébrés	Chordés possédant une colonne vertébrale et un crâne qui contient la partie antérieure du système nerveux.
Super-classe	Osteichtyes	Ostéichtyens	Vertébrés à squelette osseux.
Classe	Actinopterygii	Actinoptérygiens	Ossification du crâne ou du squelette tout entier. Poissons épineux ou à nageoires rayonnées.
Sous-classe	Neopterygii	Néoptérygiens	
Super-ordre	Teleostei	Téléostéens	Poissons à arêtes osseuses, présence d'un opercule, écailles minces et imbriquées.
Ordre	Clupeiformes	Clupéiformes	
Famille	Engraulidae	Engraulidés	Museau conique, dépassant la mâchoire inférieure, bouche infère. Poissons argentés similaires d'autres familles pas de carène de scutelles sur le profil ventral. Planctonophages.
Genre	<i>Engraulis</i>		
Espèce	<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)		

2.2.2.1. Noms scientifiques

L'anchois a reçu plusieurs dénominations citées par Demir (1965), parfois utilisées mais non validés:

Clupea encrasicolus (Asso, 1801).
Clupea encrasicholus (Ramis, 1814).
Engraulis encrasicholus (Cuvier, 1817).
Encrasicholus encrasicholus (Fleming, 1828).
Engraulis vulgaris (Nilson, 1832).

2.2.3. Morphologie et caractères distinctifs

L'anchois, *E. encrasicolus* est un petit poisson pélagique ayant un corps très élancé, mince et arrondi sans carène ventrale, ni de ligne de scutelles (Fig. 7A). Il possède un museau proéminent, allongé et pointu formant une sorte de rostre au dessus d'une bouche oblique et largement fendue. La mâchoire inférieure est très longue et la bouche dépasse très nettement le bord postérieur de l'œil (Fig. 7B).

L'anchois possède une seule nageoire dorsale courte et insérée à peu près au milieu du corps. La nageoire caudale est fourchue avec 2 écailles modifiées et symétriques. Chez l'anchois, les écailles sont caduques, tombant facilement et la ligne latérale est invisible. La coloration bleu-vert du dos s'estompe à l'air et devient gris-claire (Fig. 7B). Quand le poisson n'a pas perdu ses écailles, les flancs ont une bande argentée bordée dorsalement d'une ligne sombre avec un ventre pâle. L'anchois peut atteindre une taille moyenne de 7 à 15 cm et un maximum de 20 cm (Fisher *et al.*, 1987).

Dans la région Est algérienne tous les Clupéidés: sardine, sardinelle, saurel, etc. sont facilement différenciés d'*E. encrasicolus* par leur corps plus haut, leurs museaux moins proéminents et leurs bouches moins fendues (Fig. 7A).

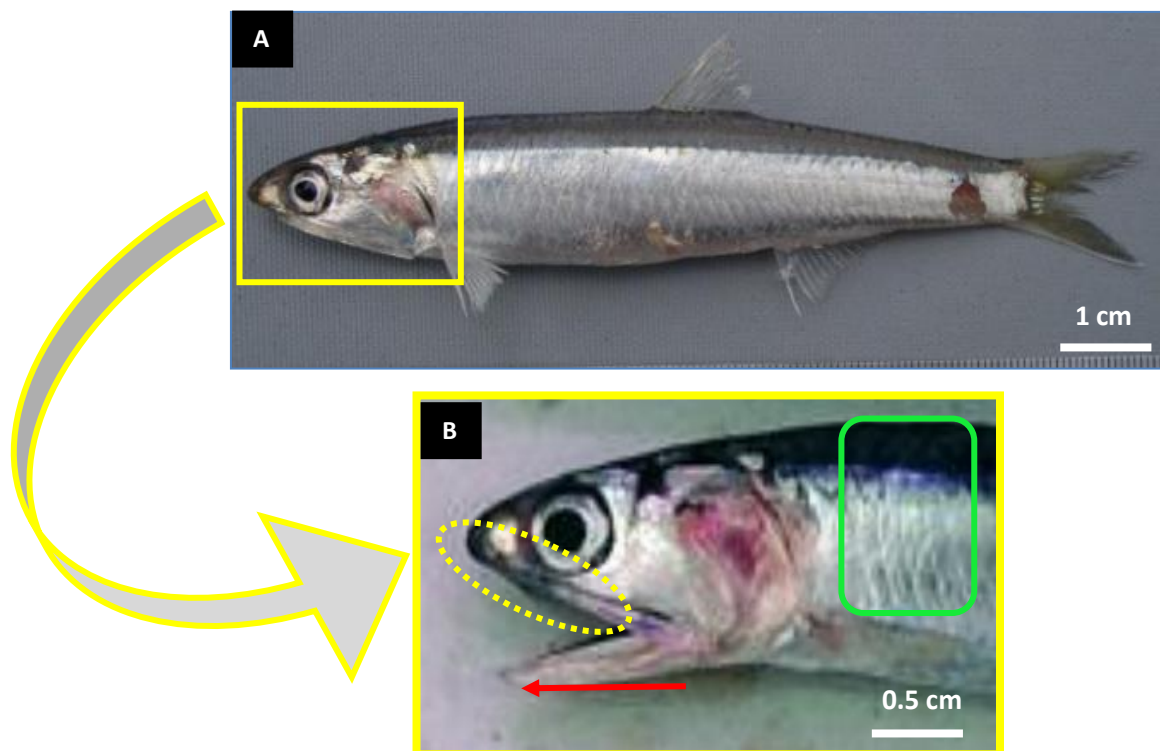


Figure 7: Photographies montrant la morphologie externe d'*E. encrasicolus*. (A), corps très élancé et mince; (B), dos bleu-vert à gris clair (carre vert); tête avec museau pointu et une bouche oblique (pointillés jaunes) largement fendue (flèche rouge).

2.2.4. Habitat et biologie

L'anchois commun est un PP côtier qui vit dans des eaux peu profondes. Descendant en hiver entre -100 et -180 m de profondeur en Méditerranée et entre -60 et -70 m en mer Noire. Grégaire il forme souvent de grands bancs et effectue de longues migrations avec une affinité particulière pour les eaux légèrement dessalées. C'est une espèce euryhaline, qui apparaît régulièrement dans les estuaires et les lagunes (Fisher *et al.*, 1987; Whitehead *et al.*, 1988). L'anchois se caractérise par une croissance rapide, une maturité sexuelle précoce et une période de reproduction étalée. Sa 1^{ère} maturité sexuelle est atteinte à 1 an environ et ses œufs sont ovoïdes et pélagiques. Il se nourrit principalement de zooplancton, en particulier de copépodes, de larves de crustacés et de mollusques (Fisher *et al.*, 1987; Whitehead *et al.*, 1988; La Mesa *et al.*, 2009).

2.2.5. Répartition géographique

L'anchois européen, *Engraulis encrasicolus* est la seule espèce de la famille des Engraulidés qui présente une très large répartition géographique (Fig. 8). Il est réparti dans tout l'Atlantique oriental, depuis les côtes de Norvège au Nord de Bergen jusqu'en Afrique du Sud. On rencontre également cette espèce en mer Baltique, en mer du Nord, dans la Manche et dans tout le bassin méditerranéen y compris la mer Noire, la mer d'Azov, le canal et le golfe de Suez et même en Somalie (Fisher *et al.*, 1987; Whitehead *et al.*, 1988).

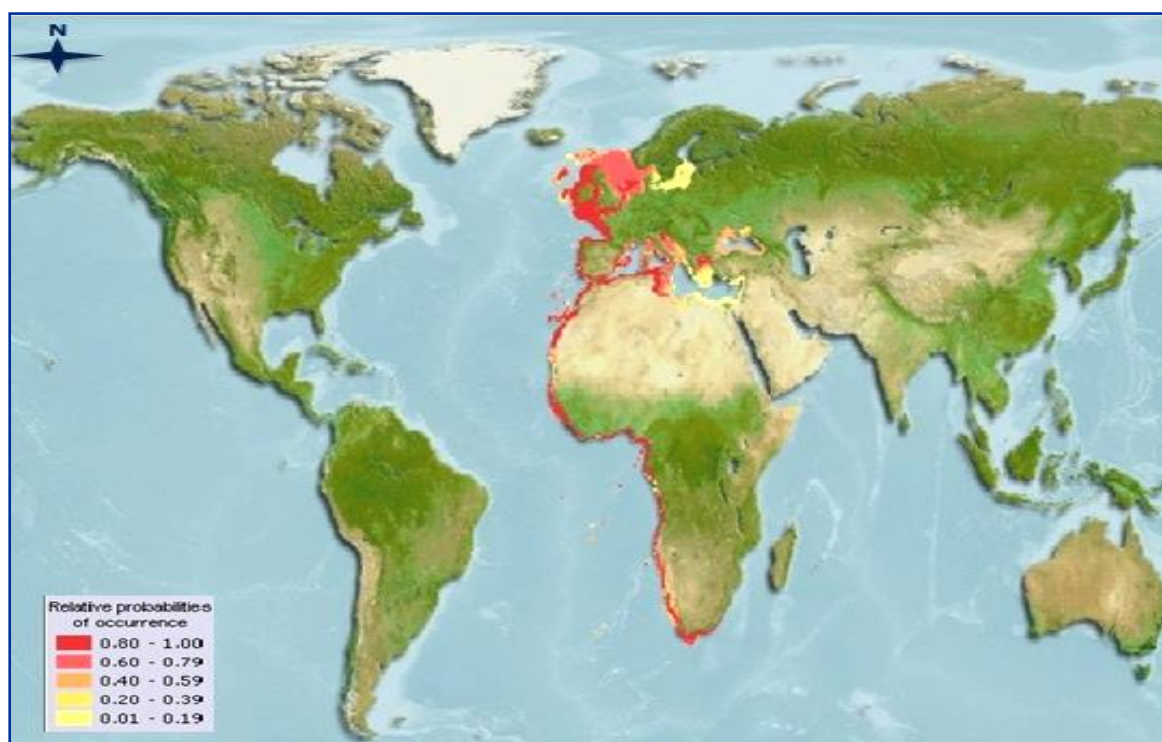


Figure 8: Répartition géographique d'*E. encrasicolus* (www.fishbase.org). L'échelle des couleurs illustre l'occurrence d'apparition de l'espèce dans les zones indiquées. Noter qu'en Algérie l'occurrence oscille entre 0.8 et 1.

2.3. Méthodes d'études

Pour aborder la morphométrie, l'âge et croissance, la reproduction et l'exploitation d'*E. encrasicolus* a fait l'objet de 2 séries de mesures et de prélèvements:

- Mesure des différentes longueurs en (cm) à l'aide d'un ichthyomètre;
- Mesure du poids total (Pt) et du poids éviscéré (Pev) (g);
- Extraction et pesées des gonades à l'état frais après identification du sexe.

2.3.1. Morphométrie

L'objectif principal de cette étude est de caractériser la morphologie de l'anchois d'*E. encrasicolus* des côtes orientales algériennes, en insistant sur l'influence du sexe et la recherche d'éventuelles variations morphologiques entre ces espèces. La morphologie de chaque individu est caractérisée par 2 types de données: les dimensions des différentes parties du corps (caractères métriques) et les caractères méristiques.

2.3.1.1. Caractères méristiques

Les caractères méristiques, sont des critères permettant la définition de race ou population ou encore d'unités de stock, au sein d'une même espèce. Ainsi nous avons fait l'étude de quelques caractères méristiques comme le nombre de branchiospines < et > situées sur le 1^{er} arc branchial gauche et le nombre total de vertèbres.

2.3.1.1.1. Les branchiospines.

Pour la totalité des individus, nous avons prélevé puis nettoyé le 1^{er} arc branchial gauche, pour en dénombrer les branchiospines. Ce dénombrement effectué sous loupe binoculaire a porté sur les branchiospines de la branche > (courte) de l'arc branchial puis sur celle de sa branche < (longue) (Fig. 9). Le nombre total étant obtenu par la somme des 2 dénombrements. Il faut enfin noter que les branchiospines situées à l'articulation des 2 branches, sont incluses avec celles de la partie >. Pour qu'elle soit prise en considération, une branchiospine doit être capable de retenir une aiguille appuyée le long de l'arc branchial (Miller *et al.*, 1976).

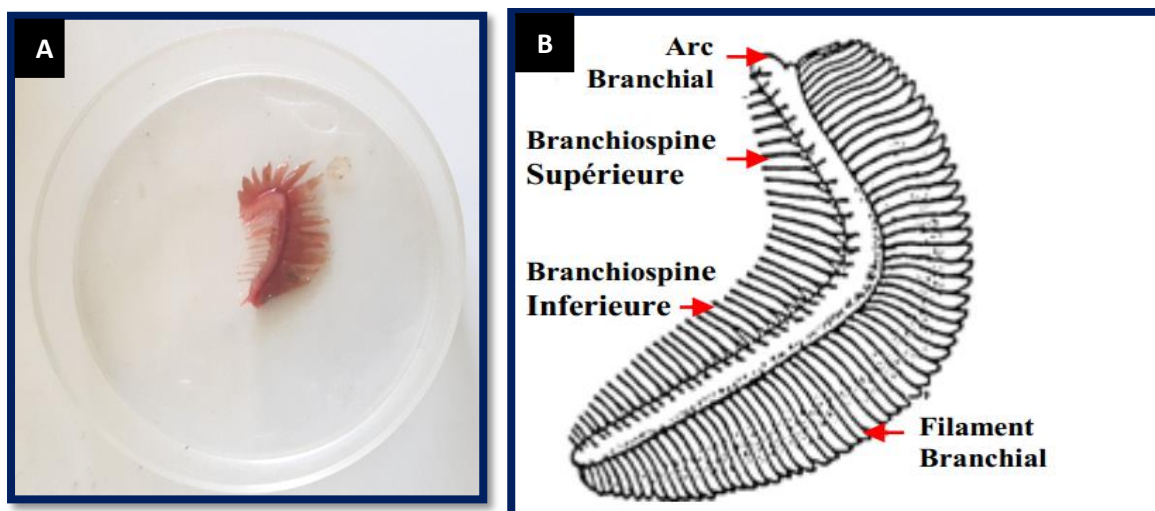


Figure 9: Photographies montrant le premier arc branchial gauche chez *E. encrasicolus* (A) et la représentation schématique d'un arc branchial (B).

2.3.1.1.2. Les vertèbres.

Une fois les mesures et pesées achevées, les structures musculaires et conjonctives de chaque individu sont cuites dans de l'eau bouillante pendant 5 à 10 min. pour ne laisser après un nettoyage préalable que les structures osseuses. La colonne vertébrale étant individualisée, on compte les vertèbres abdominales et les vertèbres caudales, du condyle occipital non compris à l'urostyle inclus (*in* Lee Yongchul, 1959 et 1961a) (Fig. 10).

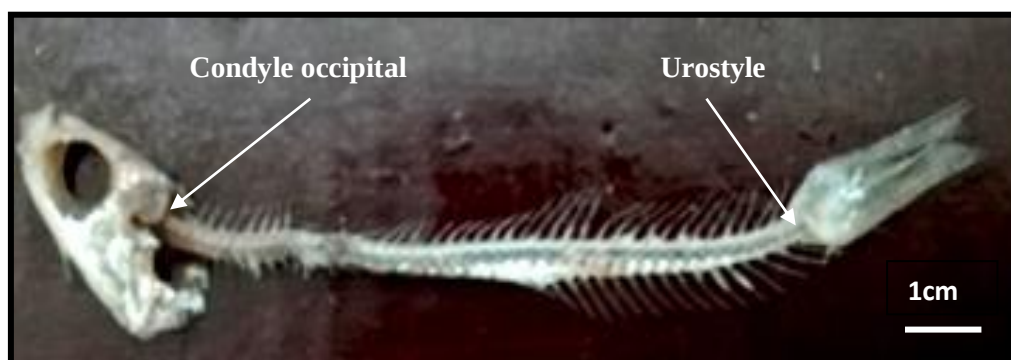


Figure 10: Photographie montrant la colonne vertébrale d'*E. encrasicolus*.

Afin de déceler d'éventuelles différences dans les caractères méristiques en fonction des sexes, nous avons effectué une analyse statistique avec le test t de Student.

2.3.1.2. Caractères métriques

Comme la plupart des auteurs de travaux de biométrie, les indices métriques entre les différentes parties du corps du poisson ont été calculés, afin de confirmer ou d'infirmer la stabilité morphologique en fonction du sexe et de la taille (Bouaziz. 2007).

Sur chaque poisson, 15 mensurations ont été effectuées: La longueur totale (Lt), la longueur standard (Ls), la longueur à la fourche (Lf), la longueur céphalique (Lc), le diamètre orbitaire (Do), la longueur pré-orbitaire (LPo), la longueur post-orbitaire (Lpo), la longueur pré-dorsale (Lpd), la longueur pré-pectorale (LPp), la longueur post-pectorale (Lpp), la longueur pré-anale (Lpa), l'épaisseur du corps (Ec), la hauteur du corps (Hc), la longueur du maxillaire supérieur (Lmax) et la hauteur du pédoncule caudale (Hpc) (Fig. 11).

Les mesures sont effectuées sur des poissons frais, à l'aide d'un ichtyomètre et d'un compas à pointes sèches. Afin de déceler d'éventuelles différences entre les caractères méristiques en fonction des sexes, nous avons effectué une analyse statistique test t de Student à 2 échantillons à l'aide d'un logiciel statistique (Minitab, version 13.2).

Pour les caractères métriques, les différentes parties du corps mesurées sont exprimées en fonction de la longueur totale (Lt) ou de la longueur céphalique (Lc). Etant donnée les variations de certains de ces rapports au cours de la croissance du poisson et afin de mettre en évidence les changements relatifs de ces dimensions, nous avons utilisé la méthode des moindres rectangles (axe majeur réduit) préconisé par Teissier (1948):

$$y = a + b x$$

Où:

b: pente de la droite;

a: ordonné à l'origine;

y et x: dimensions mesurées sur un même individu.

La comparaison statistique du coefficient "t" d'allométrie de cette équation avec la valeur 1 est réalisée par le test de Student (Dagnélie, 1975).

$$t_{obs} = \frac{|b^2 - b_0^2| \cdot \sqrt{n-2}}{2b \cdot b_0 \sqrt{1-r^2}}$$

Où:

r: coefficient de corrélation;

b: coefficient d'allométrie (pente);

n: nombre de couples de données.

La valeur de t_{obs} est comparée à celle de "t" théorique = $t_{1-\alpha/2}$ (selon table de Student) ou $\alpha = 0,05$, ainsi, 2 cas peuvent se présenter:

- Si $t_{obs} \leq t_{1-\alpha/2}$: on accepte l'hypothèse, la différence n'est pas significative et $b = 1$, il y a donc une isométrie entre les 2 paramètres étudiés.
- Si $t_{obs} > t_{1-\alpha/2}$: on rejette l'hypothèse, la différence est significative entre la pente et la valeur théorique, il y a donc une allométrie minorante ou négative, si $b < 1$, ou allométrie majorante ou positive, si $b > 1$.

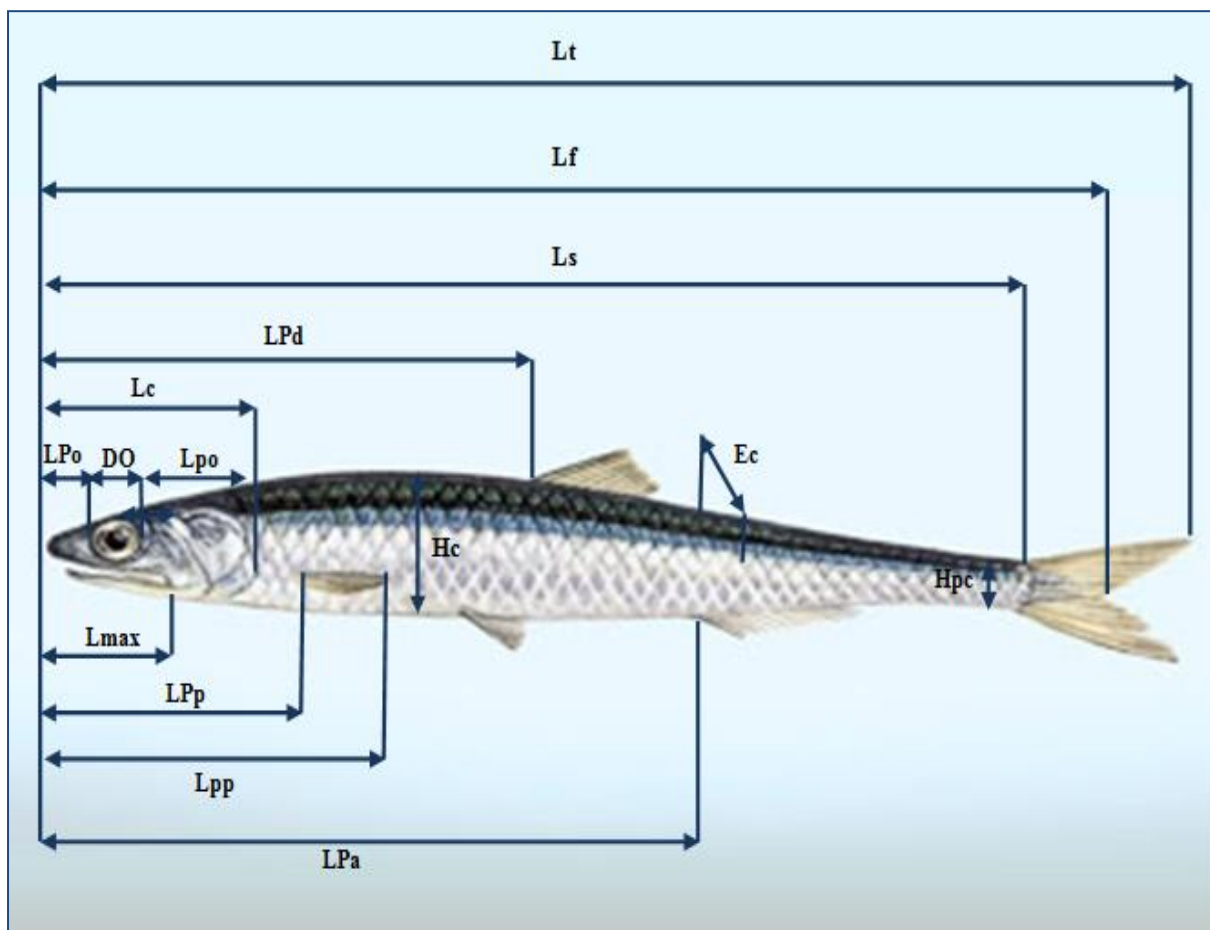


Figure 11: Différentes mesures effectuées sur *E. encrasicolus*.

Lt: longueur totale; **Lf**: longueur à la fourche; **Ls**: longueur standard; **Lpa**: longueur Pré-anale; **Lpd**: longueur pré-dorsale; **Lc**: longueur céphalique; **DO**: Diamètre oculaire; **Lmax**: longueur du maxillaire; **Hc**: hauteur du corps; **Hpc**: hauteur du pédoncule caudale; **Lpo**: longueur pré-orbitaire; **Lpo**: longueur post-orbitaire; **Lpp**: longueur pré-pectorale, **Lpp**: longueur post-pectorale; **Ec**: épaisseur du corps.

2.3.2. Reproduction

Chez les poissons, la reproduction est un phénomène cyclique. La périodicité des cycles sexuels est annuelle chez la grande majorité des Téléostéens et se trouve régie par les variations saisonnières des conditions du milieu ambiant (Kartas et Quignard, 1984).

Les anchois *E. encrasicolus*, provenant de la flottille chalutière et des senneurs du port de pêche d'Annaba, ont été collectés durant l'année 2016. Un échantillonnage mensuel à raison de 300 à 350 poissons a été effectué durant un cycle biologique de 12 mois. Nous avons échantillonné un total de 4152 anchois *E. encrasicolus* les paramètres suivants ont été estimés:

- La longueur totale (Lt) mesurée au mm près à l'aide d'un ichtyomètre entre l'extrémité du maxillaire et la nageoire caudale.
- Le poids total (Pt), le poids somatique (Ps) et le poids du poisson éviscéré (Pv) au 1/100 g près.
- Le poids du foie (Pf) et le poids des gonades (Pg) au 1/100 g près.

2.3.2.1. Calcul du sex-ratio

L'anchois ne présente pas de dimorphisme sexuel apparent, le sexe a été déterminé après dissection des poissons et observation macroscopiques de leurs gonades. Après élimination de l'inventaire de tous les poissons immatures et à sexe non déterminé, le sex-ratio retenu dans la présente étude est exprimé sous différentes formes (Kartas et Quignard, 1984):

- Pourcentage respectif de mâles ou taux de masculinité (TM):

$$TM = (M / M+F)$$

- Pourcentage respectif de femelles ou taux de féminité (TF):

$$TF = (F / M+F)$$

- Rapport du nombre de mâles au nombre de femelles ou Sex-ratio (SR):

$$SR = M / F$$

Où M et F: nombre respectif des mâles et des femelles dans l'échantillon total.

La distribution des fréquences par sexes (M, F) en fonction de la taille (Lt) a été suivie, en regroupant les spécimens en classes de tailles de 0.5 cm d'amplitude allant de 6.5 à 18 cm. La proportion des sexes a été également suivie par mois et par saison.

Une comparaison statistique des proportions des 2 sexes au risque d'erreur de 5% est effectuée en utilisant le test de khi-deux (χ^2) (Dagnelie, 1975).

2.3.2.2. Etude du cycle sexuel

L'étude du cycle sexuel chez *E. encrasicolus* a pour objet la caractérisation des principales phases évolutives des glandes sexuelles, basée essentiellement sur 3 types de critères d'ordre pondéral, macroscopique et microscopique.

2.3.2.2.1. Calcul des indices pondéraux

L'activité sexuelle et la saisonnalité de la reproduction des individus mâles et femelles ont été analysées, au cours d'un cycle biologique, à travers le suivi mensuel de 3 indices pondéraux: le Rapport Gonado-Somatique (RGS), le Rapport Hépat-Somatique (RHS) et le coefficient de condition (K).

2.3.2.2.1.1. Le Rapport Gonado-Somatique (RGS)

Il consiste à chiffrer l'accroissement des gonades et déterminer leur degré de maturation. Ce rapport est considéré par Lahaye (1980) comme un véritable coefficient de maturité, il est défini par la relation:

$$RGS = P_g \times 100 / P_v$$

2.3.2.2.1.2. Le Rapport Hépat-Somatique (RHS)

Il permet d'évaluer les variations pondérales du foie au cours du cycle sexuel. Il est calculé comme le préconise Bougis (1952) par l'équation:

$$RHS = P_f \times 100 / P_v$$

2.3.2.2.1.3. Le coefficient de condition (K)

Il consiste à suivre dans le temps les caractéristiques pondérales des poissons, il reflète leurs conditions écologiques et physiologiques comme la maturation et la ponte. Ce coefficient est obtenu par la formule de Ricker (1975):

$$K = P_v \times 100 / L_t^b$$

Où:

P_g: poids des gonades.

P_f: poids du foie.

P_v: poids éviscéré.

L_t: longueur totale.

b: coefficient d'allométrie de la relation taille-poids.

Nous avons adopté le poids éviscéré (Pv) du poisson, paramètre retenu généralement comme la référence la plus fiable (Deniel, 1981; Le Bec, 19835; Ouattara *et al.*, 2008; Derbal et Kara, 2013). Les valeurs mensuelles moyennes du RGS, RHS et K sont comparées par une analyse de variance (ANOVA) (Zar, 1984).

2.3.2.2.2. Examen et suivi macroscopique des gonades

La détermination du sexe et du stade de maturité sexuelle de chaque individu repose sur l'observation macroscopique de l'état externe des gonades. Le principe d'attribution d'un stade à un poisson consiste à observer et à examiner attentivement et fréquemment un grand nombre de gonades afin d'obtenir une image la plus représentative possible du stade de maturité de la population étudiée et des changements qui y surviennent avec le temps. L'observation macroscopique tient compte de nombreux critères morphologiques qui sont, comme les résume Albaret (1977):

- La coloration et la consistance de la gonade.
- L'importance de la vascularisation superficielle.
- L'épaisseur et la transparence de la paroi ovarienne et testiculaire.
- La forme et le volume occupé par la gonade dans la cavité abdominale (Fig. 12).

Pour suivre l'évolution des gonades mâles et femelles et déterminer leurs degrés de maturité, nous avons adopté une échelle de maturité macroscopique à 7 stades comme l'a retenu Fontana (1969) pour les sardinelles de Pointe-Noire au Congo (Tab. 2).

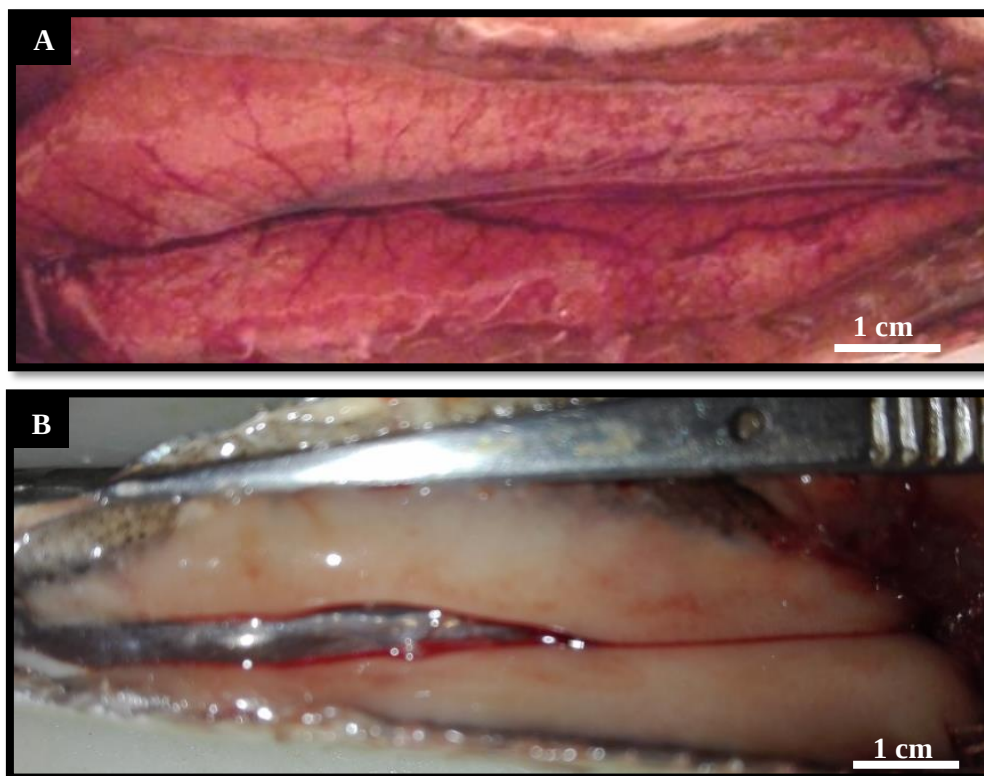


Figure 12: Photographies montrant les aspects macroscopiques d'un ovaire (A) et d'un testicule (B) d'*E. encrasicolus*.

Tableau 2: Echelle macroscopique de maturité sexuelle choisie pour les mâles et les femelles d'*E. encrasicolus* (Fontana, 1969).

Stade	maturité sexuel	Aspect macroscopique des ovaires
I	Immature	Gonade petite et ferme, transparente ou rose claire. Ovocytes invisibles.
II	Repos sexuel	Caractères sensiblement identiques au stade I
III	En voie de maturation	Gonade plus grosse, ferme et de couleur variant du rose pâle à l'orange clair. Quelques ovocytes de petite taille sont parfois visibles à travers la membrane ovarienne.
IV	Pré-ponte	Gonade plus grosse, rose foncée, occupant les 2/3 de la cavité abdominale, à surface granuleuse.
V	Ponte	Gonade très grosse, occupant toute la cavité abdominale. Membrane ovarienne très fine. Ovocytes de grande taille, parfaitement visibles et expulsés à la moindre pression exercée sur l'abdomen.
VI	Post-ponte partielle (fin de la ponte et récupération avant une ponte ultérieure)	Gonade très vascularisée et flasque. Sa couleur varie du rose saumon au rouge. Des ovocytes sont parfaitement visibles à travers la membrane ovarienne. Nombreux espaces hyalins sont observés.
VII	Post-ponte finale (fin de la dernière ponte et involution de l'ovaire)	Gonade complètement collapsée, très flasque, de couleur rouge due à une très forte vascularisation. A ce stade, l'ovaire a l'aspect caractéristique d'un sac vide.
Stade	maturité sexuel	Aspect macroscopique des testicules
I	Immature	Gonade petite, blanche ou légèrement translucide, très fine, en lame de couteau
II	Repos sexuel	Caractères sensiblement identiques au stade I
III	En voie de maturation	Gonade plus grosse, blanchâtre et plus ou moins molle.
IV	Pré-émission	Gonade molle, occupant les 2/3 de la cavité abdominale. Un liquide blanchâtre s'écoule à la moindre incision.
V	Emission	Gonade très grosse et molle, occupant la totalité de la cavité abdominale. Un liquide blanchâtre s'écoule à la moindre pression exercée sur l'abdomen.
VI	Post-émission partielle (fin de l'émission et récupération avant une émission ultérieure)	Gonade légèrement flasque de couleur rose observée surtout dans sa partie postérieure correspondant à une très fine vascularisation.
VII	Post-émission finale (fin de la dernière émission et involution du testicule)	Gonade très flasque, fortement vascularisée.

2.3.2.2.3. Estimation de la taille à la 1^{ère} maturité sexuelle (L_{50}).

La taille de 1^{ère} maturité sexuelle (L_{50}) nous renseigne sur la fraction du stock apte à assurer le renouvellement de l'espèce et, par conséquent, nous informer sur la taille minimale légale des poissons pouvant être pêchés. L'objectif n'est pas alors une protection de principe des immatures, mais la préservation d'une fécondité suffisante pour régénérer le stock. (in Belhoucine, 2012). La maturité sexuelle est déterminée par l'âge. Néanmoins, il semble y avoir une certaine plasticité de l'âge et de la taille à la maturité sexuelle en réponse aux conditions environnementales, et en particulier à la disponibilité en nourriture. Il a été établi qu'une croissance rapide favorise une maturation plus précoce à la fois en termes de taille et d'âge (Taranger *et al.*, 2010). Plusieurs définitions sont données de la taille de 1^{ère} maturité sexuelle. Pour Postel (1955), c'est la longueur du plus petit individu adulte. Pour Fontana et Pianet (1973), Le Grand (1960) et Stequert (1976), c'est la longueur à laquelle 100% des individus sont matures.

La définition la plus utilisée et que nous avons retenue, est celle de Batts (1972), Shung (1973) et Conand (1977) qui définissent la taille de 1^{ère} maturité sexuelle L_{50} comme étant la longueur pour laquelle 50% des individus sont matures.

La taille de 1^{ère} maturité a été déterminée pour les femelles, les mâles et pour la population totale, en procédant ainsi à l'examen du pourcentage d'individus matures (du stade I à V) en fonction de la taille. Cette dernière constitue une donnée primordiale pour l'évaluation de la biomasse exploitable.

2.3.2.2.4. Examen microscopique des ovaires

Pour décrire le cycle sexuel d'*E. encrasicolus*, les critères d'ordre pondéral, basés sur des évaluations quantitatives, et l'aspect macroscopique des gonades, sont peu rigoureux et inévitablement subjectifs, nous les avons complété et appuyé par des analyses histologiques. L'examen microscopique des ovaires à différents stades de maturité sexuelle nous a permis de mettre en évidence les changements histologiques progressifs au cours du temps. Pour cela, 80 ovaires d'*E. encrasicolus* (12 / mois) ont été prélevés et immédiatement fixés dans du formol à 10%. Une pièce d'environ 1 cm de côté est prélevée dans la partie médiane de chaque ovaire. Après fixation, les pièces sont déshydratées dans des bains progressifs d'éthanol de 50°, 70° et 90° puis éclaircies au toluène pour l'inclusion à la paraffine à 59°C avant la mise en blocs. Des coupes histologiques de 5 µm d'épaisseur ont été réalisées à l'aide d'un microtome pour être colorées à l'hématoxyline et l'éosine selon Martoja et Martoja-Pierson (1967), le but étant de créer un contraste artificiel suffisant pour identifier les

structures internes des ovocytes. Les microphotographies ont été prises à l'aide d'un photomicroscope de type Zeiss et l'acquisition numérique des images.

Une comparaison statistique des valeurs estimées de la L_{m50} entre mâles et femelles a été établie par une analyse de variance ANOVA.

2.3.3. Age et croissance

L'étude de l'âge et de la croissance est fondamentale pour une meilleure connaissance de la dynamique des populations ichthyologiques et la gestion des stocks. L'estimation de l'âge individuel est indispensable pour évaluer les coefficients de mortalité, estimer la productivité et établir les lois de croissance linéaire et pondérale, applicables aux stocks étudiés. Ainsi, le suivi des pêches a concerné 4152 spécimens d'*E. encrasicolus* prélevés en prenant en considération toutes les fréquences de taille.

2.3.3.1. Méthode d'étude de l'âge

Plusieurs techniques sont généralement utilisées pour l'estimation de l'âge chez les poissons: les méthodes directes et indirectes (Dekker, 1986). Nous avons retenu les indirectes qui nous ont permis de réaliser l'estimation statistique de l'âge à partir de l'analyse des courbes de fréquence de tailles.

La méthode de Bhattacharya (1967), dont le protocole d'application est légèrement modifié par Gayanilo *et al.* (2005), a été retenue pour la détermination de la clé âge-longueur, suite aux recommandations de Campana (2001). Cette méthode a nécessité l'exploitation du logiciel **FISAT II version 1.2.0** (Gayanilo *et al.*, 2005). C'est une analyse des compositions en taille des captures, qui permet d'identifier les différents groupes d'âges présents, en se basant sur l'hypothèse que chaque groupe d'âge possède une distribution gaussienne des tailles individuelles et une taille modale qui lui est propre. De nombreuses analyses de pêcheries dépendent d'estimations exactes et fiables des structures en âge des captures.

2.3.2.2. Estimation de la croissance

2.3.2.2.1. Croissance linéaire absolue

Le modèle retenu pour décrire la croissance chez *E. encrasicolus* est exprimé par l'équation de croissance de Von Bertalanffy (1938) couramment utilisée en ichthyologie. La formule de ce modèle s'adapte à la plupart des données de croissance observées, elle a aussi l'avantage d'être facilement incorporée dans les modèles d'évaluation des stocks halieutiques.

Dans sa théorie, Von Bertalanffy (1938) considère que la croissance sous la dépendance de l'action simultanée de 2 types de facteurs: anaboliques proportionnels à la surface et cataboliques proportionnels au volume du corps.

La loi de croissance linéaire absolue de Von Bertalanffy est exprimée par l'équation:

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t - t_0)}]$$

Où:

L_t : longueur totale du poisson en cm à l'instant t (an).

L_{∞} : longueur asymptotique (cm) qui serait atteinte par le poisson à l'âge théorique infini.

K : coefficient de croissance (an^{-1}) caractérisant la vitesse avec laquelle l'espèce croît vers sa taille asymptotique.

t_0 : âge théorique pour lequel la taille en cm est nulle.

La détermination des paramètres de l'équation de croissance linéaire (L_{∞} , K , t_0) est assurée par le logiciel FiSAT II version 1.2.0 (Gayanilo *et al.*, 2005).

- La longueur asymptotique (L_{∞}) peut être calculée à partir de la formule de Taylor (1962) in Pauly (1997):

$$L_{\infty} = L_{\max} / 0.95$$

Où $L_{\max}$: est la longueur totale du plus grand poisson échantillonné en tenant compte de toutes les gammes de tailles.

- La valeur de t_0 a été déterminée à partir de la taille moyenne du premier mode observé par la relation suivante (Kherraz, 2011):

$$t_0 = 1 + \frac{\ln(1 - \frac{L_1}{L_{\infty}})}{K}$$

Où:

t_0 : âge théorique pour lequel la taille en cm est nulle.

L_1 : taille moyenne du premier mode correspondant au premier groupe d'âge.

L_{∞} , K : paramètres de l'équation de Von Bertalanffy.

Les différents paramètres de l'équation de Von Bertalanffy (L_{∞} , K , t_0) établis pour *E. encrasicolus*, nous ont permis de calculer la longueur théorique pour chaque groupe d'âge et de tracer les courbes de la croissance linéaire théorique.

L'indice de performance de croissance (Phi prime Φ') a été calculé pour comparer nos résultats avec ceux obtenus dans d'autres régions. Il a été déterminé à partir des valeurs de L_∞ et K selon la formule de Pauly et Munro (1984):

$$\Phi' = \text{Log}_{10} K + 2 \text{Log}_{10} L_\infty$$

2.3.2.2.2. Croissance relative (relation taille - poids)

La croissance relative permet de vérifier l'existence d'une corrélation entre le poids et la taille du poisson. En sciences halieutiques, cette croissance permet d'estimer le poids à partir de la taille (Beyer, 1991), le poids à partir de l'âge (Petrakis et Stergiou, 1995) et d'exprimer l'équation de la croissance linéaire en croissance pondérale (Pauly, 1993).

Chez *E. encrasicolus*, la relation de croissance liant la taille (L_t) au poids (P_t) est établie, pour la population totale (mâles + femelles), par l'expression d'allométrie de Ricker (1971):

$$P_t = a L_t^b$$

Avec:

P_t : poids total (g).

L_t : longueur totale (cm).

a: constante.

b: coefficient d'allométrie.

Les paramètres a et b ont été calculés par la méthode des moindres rectangles (Lamotte, 1971). Afin de confirmer la nature de l'allométrie, la pente calculée (b) est comparée statistiquement à une pente théorique $b_0 = 3$, en utilisant le test-t de Student (Dagnelie, 1975).

$$t_{obs} = \frac{\left(\left| b^2 - b_o^2 \right| \sqrt{n-2} \right)}{\left(2b_o \cdot b \sqrt{1-r^2} \right)}$$

Où:

t_{obs} : valeur observée de t.

b: pente calculée.

b_o : pente théorique = 3.

n: effectif.

r: coefficient de corrélation.

La valeur observée de t (t_{obs}) est comparée à celle théorique ($t_{1-\alpha/2}$) donnée par la table de Student au seuil de confiance $\alpha = 0.05$ pour $n - 2$ degré de liberté.

Trois situations sont alors possibles:

- Si $t_{\text{obs}} \leq t_{1-\alpha/2}$, la différence entre les 2 paramètres mesurés (L_t , P_t) n'est pas significative et la croissance relative est de type **isométrie** ($b = 3$): le P_t croît proportionnellement à L_t^3 .
- Si $t_{\text{obs}} > t_{1-\alpha/2}$, la différence entre les 2 paramètres mesurés est significative et la croissance relative est de type **allométrie**. Selon la valeur de b , 2 cas ont été distingués:
 - Si $b > 3$, l'allométrie **majorante** et le P_t croît proportionnellement plus vite que L_t^3
 - Si $b < 3$, l'allométrie **minorante** et le P_t croît proportionnellement moins vite que L_t^3 .

2.3.2.2.3. Croissance pondérale absolue

L'équation de croissance linéaire de Von Bertalanffy (1938): $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$ et la relation taille - poids: $P_t = a L_t^b$, nous ont permis d'établir l'équation de croissance pondérale absolue qui exprime les variations du poids en fonction du temps:

$$P_t = P_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b$$

Avec:

P_t : poids total du poisson en g à l'instant t (an).

P_{∞} : poids asymptotique que serait atteint par le poisson à l'âge théorique infini (g).

K , t_0 : paramètres de l'équation de Von Bertalanffy.

b : coefficient d'allométrie de la relation taille - poids.

Le poids asymptotique (P_{∞}) est calculé à partir de la relation:

$$P_{\infty} = a L_{\infty}^b$$

Les différents paramètres de l'équation de croissance pondérale absolue: P_{∞} , K , t_0 et b établis chez *E. encrasicolus*, nous ont permis de calculer le poids théorique pour chaque groupe d'âge et de tracer les courbes de la croissance pondérale théorique.

2.3.4. Etudes de l'exploitation

Pour l'étude de l'exploitation nous avons intégré, un modèle analytique pour l'étude de stock exploité régit par les aspects biologiques et démographiques du stock en considérant que la population est, à tout instant, constituée de groupes d'âge issus des classes ou cohortes successives. La dynamique de la population est décrite à travers celle de chaque cohorte, en

tenant compte des phénomènes élémentaires de recrutement, de croissance et de mortalité naturelle ou par pêche (Beverton et Holt, 1956; Ricker, 1958; *in* Sparre et Venema, 1996).

2.3.4.1. Déterminations des paramètres de l'exploitation

2.3.4.1.1. Estimation de la mortalité totale (Z)

Un stock d'une espèce donnée est dynamique dont les gains (entrées) sont représentés par le recrutement annuel et la croissance alors que les pertes (sorties) sont dues à la mortalité totale (Z). Cette dernière offre à décrire une mortalité par pêche (F) engendrée par les différentes opérations de pêches et la mortalité naturelle (M) qui exprime la mortalité due à toute cause autre que la pêche (Bouaziz, 2007).

Afin d'estimer le niveau optimal d'exploitation, il est nécessaire de connaître à la fois le taux de croissance et le taux de mortalité. En règle générale, au cours de la période entre l'arrivée de jeunes spécimens dans la zone de pêche et l'âge de la première capture, seuls les facteurs de mortalité naturelle sont apparents. Après la première capture de jeunes spécimens, la mortalité par pêche commence aussi à avoir de l'influence. La mortalité de l'espèce, à ce moment-là, est le résultat de l'action combinée de la mortalité naturelle et de la mortalité par pêche (*in* Hebbar, 2013).

Z est défini comme le coefficient instantané de mortalité totale, avant d'estimer séparément la mortalité par pêche et la mortalité naturelle, il est commode d'évaluer la mortalité totale (Gulland, 1969).

Si les apports apportés à un stock de poissons sont scindés en 2 parties, représentées par la croissance et le recrutement provenant de la reproduction, ses pertes sont représentées par une seule partie: la mortalité. Le taux de mortalité Z est une donnée nécessaire pour l'aménagiste des pêches, à l'échelle d'une année, il est composé de la mortalité due aux captures des pêches (F) et aux mortalités naturelles (M) (physiologiques, génétiques, climatiques, etc.) (Pauly, 1997).

$$Z = F + M$$

Où: F: coefficient instantané de mortalité par pêche (an^{-1});

M: coefficient instantané de mortalité naturelle (an^{-1}).

Dans le cas d'absence de toute activité d'exploitation ou de pêche, la mortalité totale se confond avec la mortalité naturelle on a:

$$Z = M$$

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de la mortalité totale Z à partir des distributions de fréquences de tailles. On peut obtenir comme le suggèrent Beverton et Holt, (1956) ou encore Jones, (1983) et Pauly, (1997), une évaluation raisonnable de Z en connaissant la longueur moyenne d'un échantillon représentatif de la population ou en traçant la droite dite des effectifs cumulés. Une des méthodes les plus communément appliquée dans les eaux tempérées pour l'estimation de la mortalité totale est la méthode de la courbe des captures en longueur avec des intervalles de temps constant. Les premières utilisations de cette méthode datent des travaux d'Edser (1908), Heincke (1913) et Baranov (1918). Cette méthode a été revue par Beverton et Holt (1956); Chapman et Robson (1960); Robson et Chapman (1961); Ricker (1975), in Sparre et Venéma (1998) et Pauly (1984; 1990, 1997).

Nous avons retenu la méthode de Pauly (1984 a; 1984 b; 1990, 1997) appelée, «méthode de la courbe de capture linéarisée», et basée sur l'élaboration de la courbe de captures selon les longueurs. L'application de cette méthode nécessite le regroupement des échantillons mensuels sur une année, et ce pour les espèces à faible longévité, telles la sardine, la sardinelle et l'anchois. L'estimation de Z au moyen de la courbe des prises est basée sur l'analyse des structures démographiques issues de la clé âge-longueur. Pour obtenir Z de cette façon, il faut 3 conditions (Pauly et Moreau, 1997):

- regrouper les différents échantillons en une distribution de fréquences unique représentative de la population pendant la période considérée ;
- construire la courbe de captures elle-même à partir de cet échantillon unique et de l'équation de courbe de croissance en longueur et
- ne prendre en considération que la partie descendante située sur la droite de la courbe de captures.

Les courbes de captures selon les longueurs sont de 2 types avec et sans saisonnalité. Nous avons utilisé les courbes de captures selon les longueurs **sans saisonnalité** pour le calcul de la mortalité totale (Z), dont les paramètres de saisonnalité $C = 0$ (FiSAT II (Gayanilo *et al.*, 2005)). Cette méthode permet l'estimation des probabilités de captures qui ne prennent pas en considération les oscillations saisonnières de croissance. Cette courbe est définie par l'équation:

$$\text{Ln } (N_i/\Delta t_i) = a + b t_i$$

Où:

N_i : nombre de survivants à l'âge t_i ;

a : constante correspondant à l'ordonnée à l'origine;

$b = -Z$; et Δt_i : temps moyen que prend un poisson, au cours de sa croissance, pour traverser la classe de tailles i .

Δt_i se calcule par:

$$\Delta t_i = \ln [(L_{\infty} - L_{i1}) / (L_{\infty} - L_{i2})] / K$$

Où:

L_{i1} et L_{i2} sont respectivement les limites $<$ et $>$ de la classe de longueur i .

2.3.4.1.2. Estimation de la mortalité naturelle (M).

La mortalité naturelle **M** représente toute source de mortalité autre que la mortalité liée à la pêche (Pauly, 1988). Le coefficient **M** est l'un des paramètres les plus difficiles à évaluer, pourtant, une valeur aussi exacte que possible de **M** est nécessaire pour mettre en œuvre la plupart des modèles habituels de gestion des stocks.

Un certain nombre de méthodes empiriques fondées sur des caractéristiques liées à la longévité, à la croissance, à la maturation, et les conditions du milieu peuvent être utilisées pour estimer **M**, parmi elles:

- **la méthode de Djabali et al. (1993)** spécifique à la méditerranée qui utilise une équation déduite de régressions linéaires multiples, basée sur les paramètres de croissance et de mortalité obtenus à partir de 56 stocks de poissons méditerranéens.

$$\text{Log}_{10} M = -0.0278 - 0.1172 \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0.5092 \text{Log}_{10} K$$

- **la méthode de Pauly (1980)** où il considère que chez les poissons, la mortalité naturelle est corrélée avec la longévité donc avec **K**, avec la taille puisque les grands poissons ont moins de prédateurs et avec la température moyenne de leur environnement. L'équation empirique de Pauly (1980) est donnée par la formule suivante:

$$\text{Log} M = -0.0066 - 0.279 \text{Log}(L_{\infty}) + 0.6543 \text{Log}(K) + 0.4634 \text{Log}(T^{\circ})$$

Où: K et L_{∞} : Paramètres de l'équation de Von Bertalanffy.

T: température moyenne annuelle en °C de l'eau où la population a été échantillonnée (entre 15 et 21.2°C).

La méthode de Pauly (1980) est recommandée pour les petits pélagiques (PP) de toutes les régions du monde; en considérant que M est lié au paramètre de croissance K et corrélé avec la température moyenne annuelle de l'habitat du poisson (T°) cette équation peut conduire comme le montrent Sparre et Venema, (1996) à des erreurs car, si au cours de l'année, l'eau ambiante chauffe, la mortalité naturelle s'élève et vice-versa. A partir de cette constatation, nous utiliserons aussi la méthode de Djabali *et al.* (1993) qui est mieux adaptée à l'étude des poissons méditerranéens, qui selon Bouaziz *et al.* (2014) permet de calculer avec un maximum d'exactitude le coefficient de mortalité naturelle (M).

2. 3.4.1.3. Estimation de la mortalité par pêche (F).

La mortalité par pêche est un paramètre essentiel pour l'étude de la dynamique d'un stock exploité, c'est le paramètre essentiel de l'exploitation (Laubier, 2003). Après avoir calculé les coefficients Z et M , la détermination de la mortalité par pêche (F) se fait à partir de la relation suivante:

$$\boxed{Z = M + F} \Rightarrow \boxed{F = Z - M}$$

2.3.4.1.4. Estimation du taux d'exploitation (E).

Le taux d'exploitation E est le rapport des individus morts par pêche sur le nombre d'individus morts par diverses causes. Il est déterminé par la formule de Pauly (1997):

$$\boxed{E = F / Z = F / (M + F)}$$

Le stock est en équilibre lorsque E est proche de 0,5. Ceci repose sur l'hypothèse postulant que la prise potentielle est optimisée quand on a égalité entre la mortalité naturelle et la mortalité par pêche (Gulland, 1971 in Pauly, 1985):

- $E < 0.5$: Stock sous-exploité (*underfishing*);
- $E > 0.5$: Stock surexploité (*overfishing*);
- $E = 0.5$: Stock en équilibre; situation idéale dans la mesure où la production est maximale tout en assurant la pérennité de l'activité et de l'espèce (*equilibrium*).

2.3.4.1.5. Estimation de la taille de captures.

La probabilité qu'un poisson soit capturé par un engin de caractéristiques données, «la sélectivité» est un des processus liés à la mortalité par pêche, c'est une mesure de la capacité d'un engin de pêche à ne capturer qu'une partie des spécimens présents. Elle correspond donc à une sélection soit des espèces pêchées, soit de la gamme des tailles et donc des âges pêchés (Gascuel, 2008). Dans ce cas, la sélectivité peut être exprimée par une courbe des taux de capture en fonction des tailles. Drouineau (2008) note que, le plus souvent la sélectivité est décrite par une fonction mathématique (sigmoïde, gamma ou double gaussienne) de la taille du poisson et des caractéristiques techniques de l'engin par exemple, la maille pour un chalut ou un filet.

L'âge de 1^{ère} capture est celui qui correspond à un échappement de 50% (Gascuel, 2008). Pour estimer les paramètres de sélectivité, (L_{c25} , L_{c50} , L_{c75}), FiSAT II (Gayanilo *et al.*, 2005). D'après Pauly (1984 a), les probabilités de captures se calculent comme suit:

$$\ln [(1/PL)-1] = S1 - S2L$$

Où: PL: est la probabilité de capture pour la longueur L.

$$L_{c25} = [\ln(3) - S1] / S2 \quad L_{c50} = S1 / S2 \quad L_{c75} = [\ln(3) + S1] / S2$$

Où: S1 et S2 variables utilisées dans l'estimation des probabilités de captures dans le modèle logistique.

Cette probabilité de capture P représentée en fonction de la taille, permet d'estimer la taille de première capture correspond à la probabilité $P = 0,5$. Le calcul des tailles de capture est réalisé par le logiciel FiSAT II. Une fois la taille de 1^{ère} capture (L_c) déterminée, on déduit l'âge de première capture (t_c).

2.3.4.2. Estimation du niveau d'exploitation

On réserve souvent cette appellation à des modèles prévisionnels et plus ou moins explicatifs, pouvant conduire à des simulations. Un modèle n'a jamais la prétention d'épuiser la réalité. Ce n'est qu'une simplification, toujours abusive dans l'absolu. S'il n'épuise pas la

réalité, le modèle doit en retenir l'essentiel, suffisamment réduit pour être manipulable (Laurec et Le Guen, 1981). Les modèles globaux ne tiennent pas compte des paramètres biologiques. En effet, ils ne font intervenir que les statistiques de pêche (prise de pêche et effort de pêche), ce qui dans notre cas ne peut être réalisé (les statistiques de pêche étant approximatives pour les espèces étudiées).

Les modèles analytiques ou structuraux permettent de gérer un stock de poisson par une étude du rendement par recrue et une simulation des changements qui affectent ce stock.

On a utilisé **le modèle de Beverton et Holt (1966)** qui exprime le rendement relatif par recrue (Y'/R), en permettant de déterminer le rapport entre rendement et l'effort de pêche pour différentes tailles de 1^{ères} captures, il appartient à la catégorie des modèles fondés sur la longueur (Sparre et Vanema, 1996). L'expression de Y'/R est

$$Y'/R = EU^{m/k} \left[\frac{1-3U}{1+m} + \frac{3U^2}{1+2m} + \frac{U^3}{1+3m} \right] \text{ Avec } m = (1-E)/(M/K) \text{ et } U = 1-(L_c/L_\infty)$$

Cette expression utilise trois paramètres : M/K , L_c/L_∞ et E .

Le FiSAT II a permis l'application du modèle de Beverton et Holt (1966), celui-ci est utilisé afin d'évaluer le rendement et la biomasse relatifs par recrue, grâce à la méthode "knife-edge selection".

La biomasse relative par recrue (B'/R) est évaluée à partir de la relation suivante:

$$(B'/R) = (Y'/R)/F$$

D'autres paramètres sont fournis dans ce modèle comme le E_{max} , E_{10} et E_{50} exprimés graphiquement.

E_{max} : Exploitation avec rendement productif maximum.

E_{10} : Taux d'exploitation pour une augmentation de Y'/R de 1/10^{ème} par rapport à $E = 0$

E_{50} : Valeur de E sous laquelle le stock a été réduit de 50% de sa biomasse inexploitée.

3. RESULTATS

3. RESULTATS

Chez l'anchois, *E. encrasicolus*, les données recueillies mensuellement en 2016 nous ont permis d'aborder les grands traits de sa morphométrie, sa reproduction, son âge, sa croissance, sa mortalité et son exploitation.

3.1. Morphométrie.

La morphologie de chaque poisson est caractérisée par 2 types de données: méristiques et métriques.

3.1.1. Caractères méristiques.

Deux paramètres méristiques ont été mesurés, il s'agit des branchiospines inférieures (BI) et supérieures (BS) et le nombre de vertèbres (NV) chez 306 anchois, 117 mâles, 183 femelles et 6 immatures.

Chez la population totale la mesure des caractères méristiques montre que le 1^{er} arc branchial gauche porte 29 à 39 BI et 24 à 31 BS avec un mode respectif de 34 et 28 et une moyenne de 34.76 ± 1.73 et 28 ± 1.38 ;

Quant au nombre des vertèbres (NV), il varie entre 43 et 46 avec un mode de 45 et une moyenne de 44.67 ± 0.607 (Fig.13).

Chez les femelles les caractères méristiques montre que le nombre de BI sur le 1^{er} arc branchial gauche varie entre 29 et 38 et entre 25 et 31 dans les BS avec un mode de 34 et 28 et une moyenne de 34.62 ± 1.75 et 28.01 ± 1.27 ;

Le nombre des vertèbres fluctue entre 43 et 46 avec un mode de 45 et une moyenne de 44.61 ± 0.58 (Fig. 13).

Chez les mâles les mesures méristiques montrent que le 1^{er} arc branchial gauche, porte un entre 30 et 39 BI et 24 à 31 BS avec un mode de 34 et 27 et une moyenne de 34.89 ± 1.71 et 27.98 ± 1.49 ;

Le nombre des vertèbres est compris entre 43 et 46 avec un mode de 45 et une moyenne de 44.75 ± 0.62 (Fig. 13).

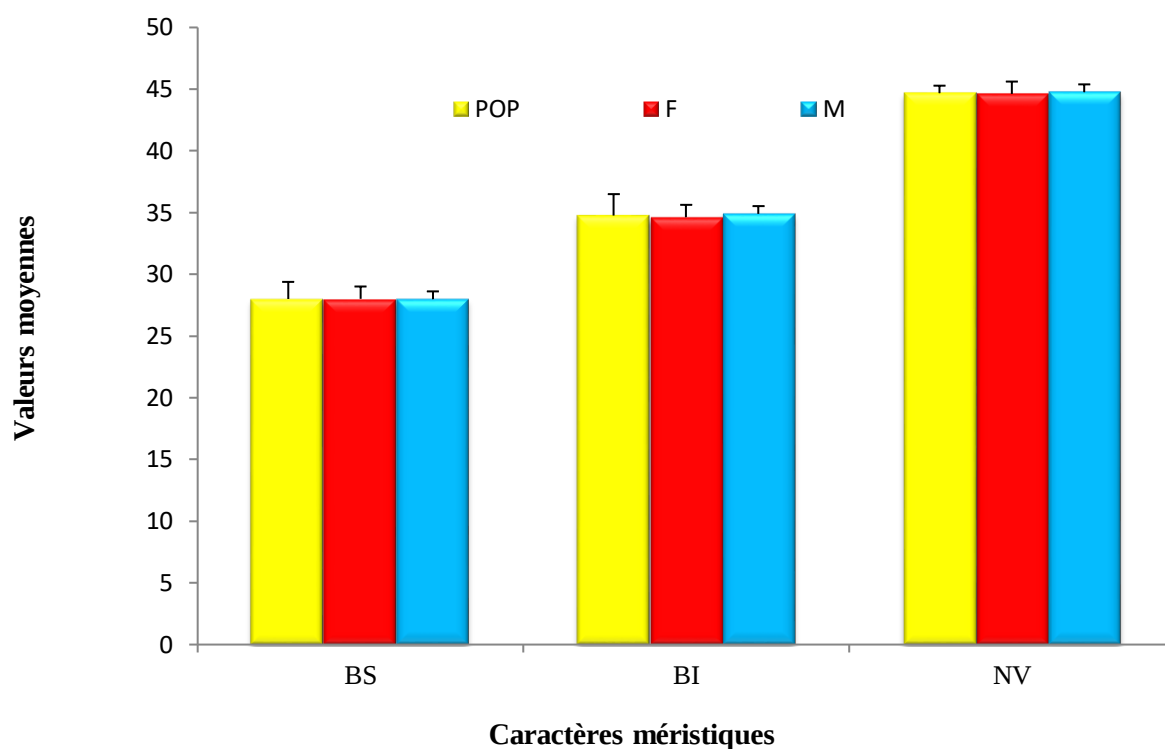


Figure 13: Représentation des valeurs moyennes des caractères méristiques chez *E. encrasicolus* pêchée dans le golfe d'Annaba. BS: Branchiospines supérieures; BI: Branchiospines inférieures et NV: Nombre de vertèbres.

La comparaison statistique des valeurs méristiques entre les femelles et les mâles de la population totale a montré qu'il n'y avait pas de différence significative (Tab. 3).

Tableau 3. Comparaison statistique (test t de Student) des paramètres méristiques de *E. encrasicolus* pêchée dans les eaux du littoral Est algérien.

Caractères méristiques	Comparaison entre mâles et femelles		
	t _{obs}	p	Signification
BS	0.28	0.55	n.s
BI	0.33	0.78	
NV	0.26	0.43	

t_{obs}: t observé; p > 0.05; n.s: non significative.

3.1.2. Caractères métriques.

Quinze paramètres métriques ont été mesurés chez **la population totale**, il s'agit de:

- longueur totale **Lt**,
- longueur standard **Ls**,
- longueur à la fourche **Lf**,
- longueur céphalique **Lc**,
- diamètre orbitaire **Do**,
- longueur pré-orbitaire **LPO**,
- longueur post-orbitaire **Lpo**,
- longueur pré-dorsale, **Lpd**,
- longueur pré-pectorale **LPP**,
- longueur post-pectorale **Lpp**,
- longueur pré-anale **Lpa**,
- épaisseur du corps **Ec**,
- hauteur du corps **Hc**,
- longueur du maxillaire supérieur **Lmax** et
- hauteur du pédoncule caudale **Hpc**.

Tous ces caractères sont très hautement corrélés avec la **Lt** ou avec la **Lc** du poisson ($0.78 \leq r \leq 0.99$ et $p < 0.001$).

L'isométrie de croissance concerne 5 caractères métriques, **Lf**, **Do**, **LPO**, **Hpc** et **LPd**.

L'allométrie majorante est retrouvée chez 5 paramètres: **Ls**, **Hc**, **Ec**, **Lpo** et **Lpa**.

L'allométrie minorante est observée pour 4 paramètres **Lc**, **Lmax**, **LPP** et **Lpp** (Fig. 14A).

Chez **les femelles**, les différents caractères métriques étudiés, montrent une corrélation très hautement significative à **Lt** du poisson ou à **Lc** ($0.67 \leq r \leq 0.99$; $p < 0.001$).

Six caractères métriques présentent une allométrie de croissance isométrique à savoir: **LPO**, **Lmax**, **Hc**, **Lpp**, **Lpd** et **Hpc**. Une allométrie minorante est observée pour **Lc** et **LPP**. Le reste des caractères présentent une allométrie de croissance majorante (Fig. 14B).

Chez **les mâles**, on a une corrélation très hautement significative pour l'ensemble des couples de longueurs ($0.62 \leq r \leq 0.97$; $p < 0.001$). Les équations de régression montrent que les 6 paramètres métriques: **Lf**, **Lmax**, **LPP**, **Lpp**, **Lpa** et **LPd** présentent une allométrie de croissance isométrique alors qu'une seule allométrie minorante est observée pour **Lc** et le reste des paramètres l'allométrie est de type majorante (Fig. 14C).

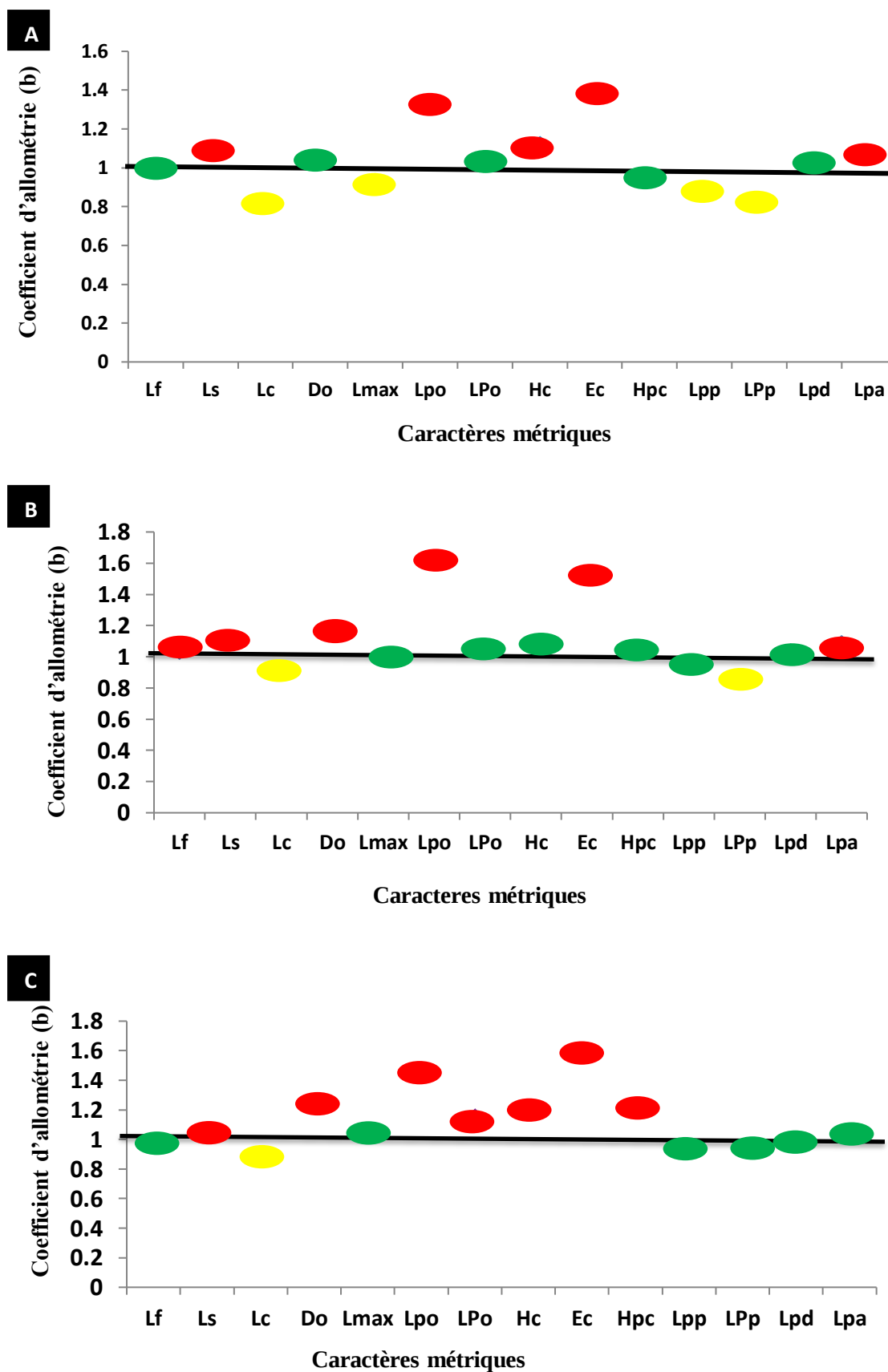


Figure 14: Variations du coefficient d'allométrie chez la population totale (A), les femelles(B), les mâles (C) d'*E. encrasicolus* pêchée dans le golfe d'Annaba.

3.2. Reproduction chez *E. encrasicolus*

3.2.1. Structure de la population et sex-ratio

3.2.1.1. Structure de la population

Chez *E. encrasicolus* aucun caractère sexuel externe apparent ne permet de distinguer les mâles des femelles. En période de reproduction, une pression sur l'abdomen fait jaillir les produits génitaux et la distinction des sexes est alors possible. Le reste de l'année, seule la dissection des poissons permet de différencier les sexes.

La population totale d'*E. encrasicolus* est structurée comme suit:

- 1390 mâles (33.5%)
- 2453 femelles (59.1%).
- 309 individus non déterminé (7.4%)

Les taux de féminité TF est > taux de masculinité TM, avec respectivement 59.1% et 33.5% (Fig. 15).

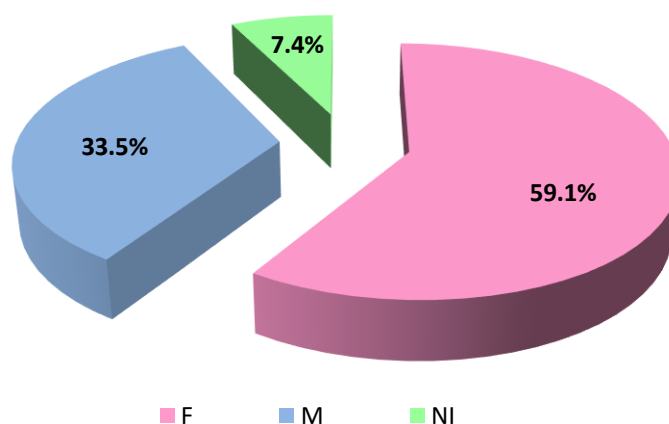


Figure 15: Structure de la population d'*E. encrasicolus* du golfe d'Annaba. M, proportion des mâles; F, proportion des femelles; NI, proportion des individus à sexe non déterminé.

3.2.1.2. Calcul du sex-ratio

Le sex-ratio global (SR) calculé pour l'ensemble de la population de *E. encrasicolus*, au cours du **cycle annuel** est de 0.56 : 1. Comparé à une valeur théorique équilibrée de 1 : 1 (1 mâle pour 1 femelle), le sex-ratio du stock d'*E. encrasicolus* du golfe d'Annaba est en faveur des femelles, indiquant l'existence d'un déséquilibre entre les mâles et les femelles avec $\chi^2_{\text{obs}} = 294.03 > \chi^2_{1-\alpha} = 3.84$; $P < 0.05$.

Durant la **période de reproduction** (préalablement définie par le calcul mensuel du RGS), le sex-ratio est en faveur des femelles avec $SR = 0.32 : 1$ ($\chi^2_{obs} = 713.96$; $P < 0.05$). Au cours de cette période, les femelles d'anchois dominent nettement dans les prises.

Hors **période de reproduction**, le nombre des mâles est supérieur au nombre des femelles avec un SR de $1.91 : 1$ ($\chi^2_{obs} = 106.97$; $P < 0.05$) (Tab. 4).

Tableau 4: Sex-ratio global, en période de reproduction et hors période de reproduction chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba. SR, sex-ratio; CA, cycle annuel; PR, période de reproduction; HPR, hors période de reproduction; χ^2_{obs} , valeur observée de khi-deux; $\chi^2_{1-\alpha}$, valeur théorique de khi-deux; n.s, différence non significative; S, différence très hautement significative.

Période	SR	χ^2_{obs}	P
CA	0.56 : 1	294.03	S
PR	0.32: 1	713.96	S
HPR	1.91: 1	106.97	S

3.2.1.3. Variation du sex-ratio en fonction de la taille

La population d' *E. encrasicolus* présente des différences significatives entre les 2 sexes avec une prédominance des femelles dans la plus part des classes de tailles sauf pour celle allant de [16-17[cm ou les mâles sont supérieur aux femelles avec un $SR = 2 : 1$ qui présente un taux de masculinité élevé de 66.66% contre un taux de féminité de 33.33% ($P < 0.05$). (Fig. 16).

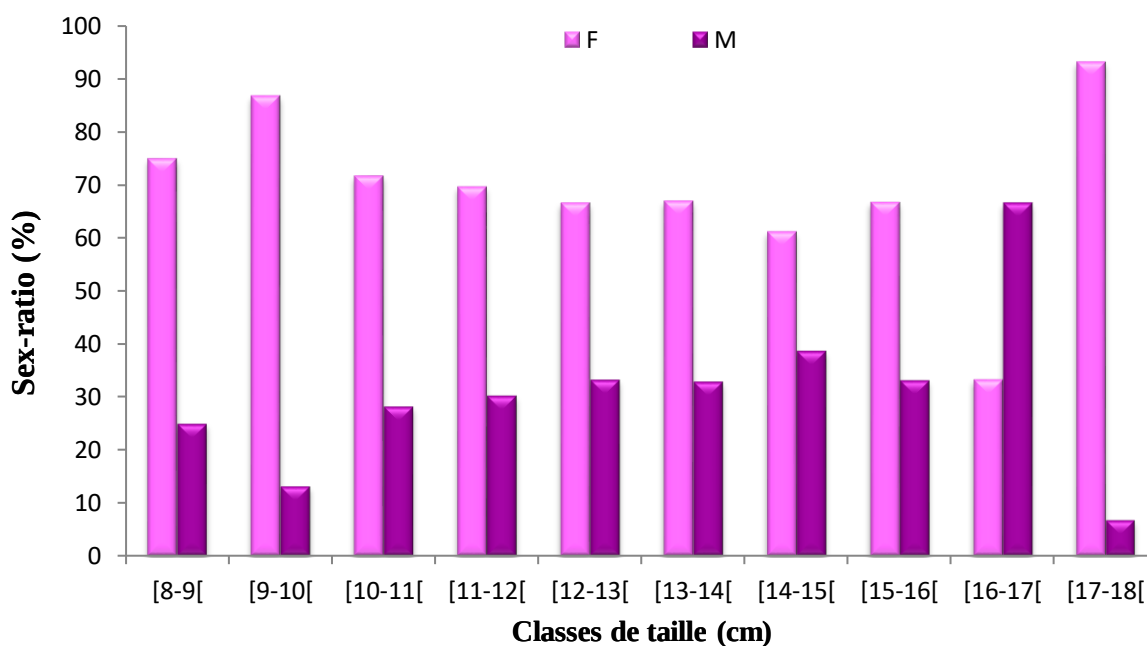


Figure 16: Variations du sex-ratio en fonction de la taille chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba

3.2.1.4. Variation du sex-ratio en fonction du temps (12 mois)

L'analyse temporelle du sex-ratio de l'anchois *E. encrasicolus* en fonction des mois révèle une supériorité du taux de féminité sur les 7 mois de l'année de mars à septembre variant de 68.49% en septembre à de 87% en avril, coïncidant ainsi avec la période de ponte; par contre pour 5 mois d'octobre à novembre c'est les mâles qui prédominent avec un taux de masculinité variant de 51.53% en octobre à 65.91% en novembre. L'écart réduit calculé est > 1.96 pour $\alpha = 5\%$, montre qu'il existe des différences significatives entre mâle et femelles tout au long de l'année (Fig. 17).

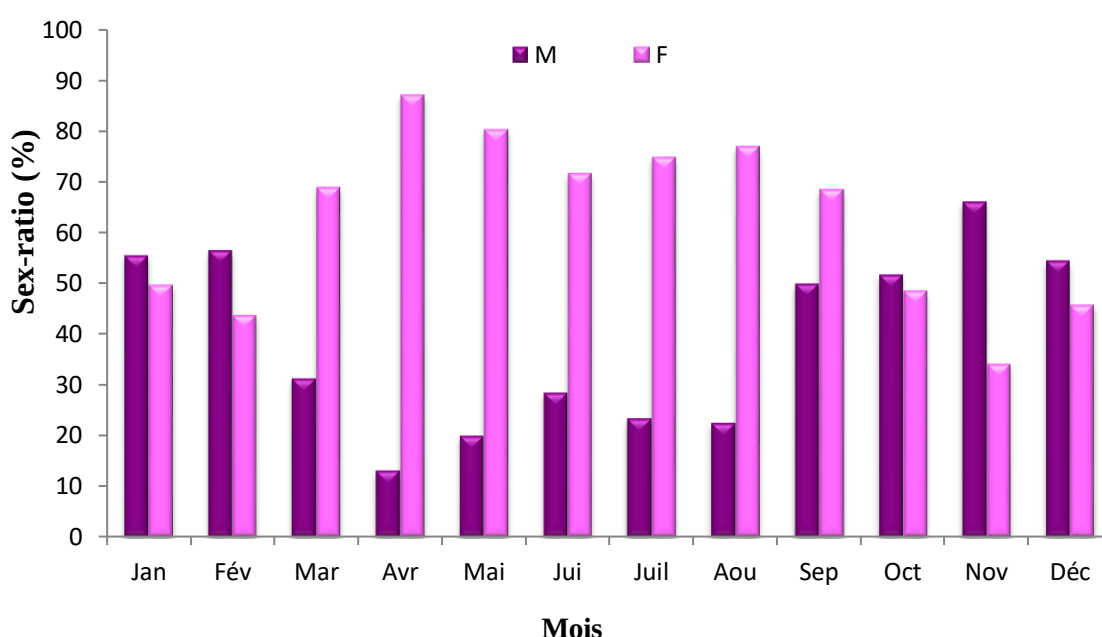


Figure 17: Variations du sex-ratio en fonction du temps (mois) chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba.

3.2.1.5. Variation du sex-ratio en fonction des saisons

La proportion numérique des femelles au printemps et en été est respectivement de 68.47% et 74.9%, indiquant un sex-ratio en faveur des femelles en période de ponte. Alors qu'en automne le taux de masculinité est de 54.34% et en hiver il atteint 57.71 % en restant le long de cette période supérieur à la proportion des femelles (Fig. 18).

L'écart réduit calculé est supérieur à 1.96 pour $\alpha = 5\%$, et ce, en toute saison, confirmant la différence significative entre les effectifs des femelles et des mâles.

L'analyse temporelle du sex-ratio montre qu'il est étroitement lié aux saisons.

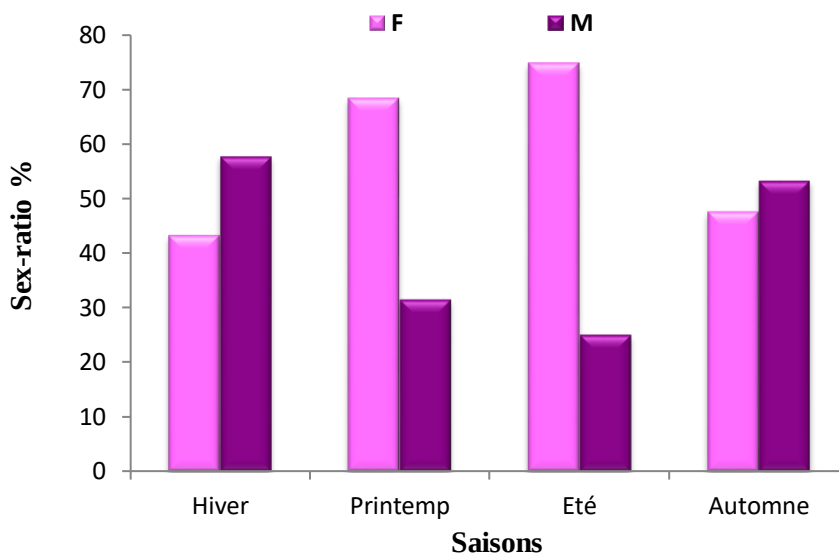


Figure 18: Variations du sex-ratio en fonction des saisons chez *E. encrasicolus* à Annaba.

3.2.2. Cycles sexuels

Cette partie aborde 3 indices pondéraux: les Rapports Gonado et Hépatosomatiques et le Coefficient de condition K suivis des examens macro et microscopiques des gonades.

3.2.2.1. Indices pondéraux

3.2.2.1.1. Rapport Gonado-Somatique(RGS)

Les valeurs mensuelles moyennes du rapport gonado-somatique (RGS) chez *E. encrasicolus* sont caractérisées par des fluctuations importantes qui varient de 0.21% à 3.74% avec une moyenne de $0.48 \pm 1.14\%$ chez les mâles et entre 0.43% et 4.89% avec une moyenne de $1.02 \pm 1.54\%$ chez les femelles (Fig. 19). L'analyse de variance (ANOVA) montre l'existence d'une différence très hautement significative entre les valeurs mensuelles moyennes du RGS à la fois chez les mâles avec $F = 203.66$; $P < 0.001$ et les femelles avec $F = 115.04$; $P < 0.001$. Les gonades femelles prennent plus de poids que celles des mâles à la même période.

Le RGS femelle atteint un maximum de 4.89 % il est > à celui des mâles qui ne dépasse pas 3.74%, cependant les 2 sexes suivent une évolution cyclique approximativement identique où $F = 2.12$; $P > 0.05$ (Fig. 19).

Le RGS chez l'anchois présente une évolution croissante qui s'étale de mars pour atteindre un maximum en mai à la fois chez les mâles avec 3.74% et chez les femelles avec 4.89%. A partir de juin, ce rapport diminue lentement et graduellement pour atteindre des valeurs plus basses en novembre avec 0.21% chez les mâles et 0.43% chez les femelles. De novembre à février, cet indice chute considérablement pour afficher les valeurs les plus faibles avec une moyenne de $0.21 \pm 0.11\%$ chez les mâles et $0.40 \pm 0.34\%$ chez les femelles (Fig. 19).

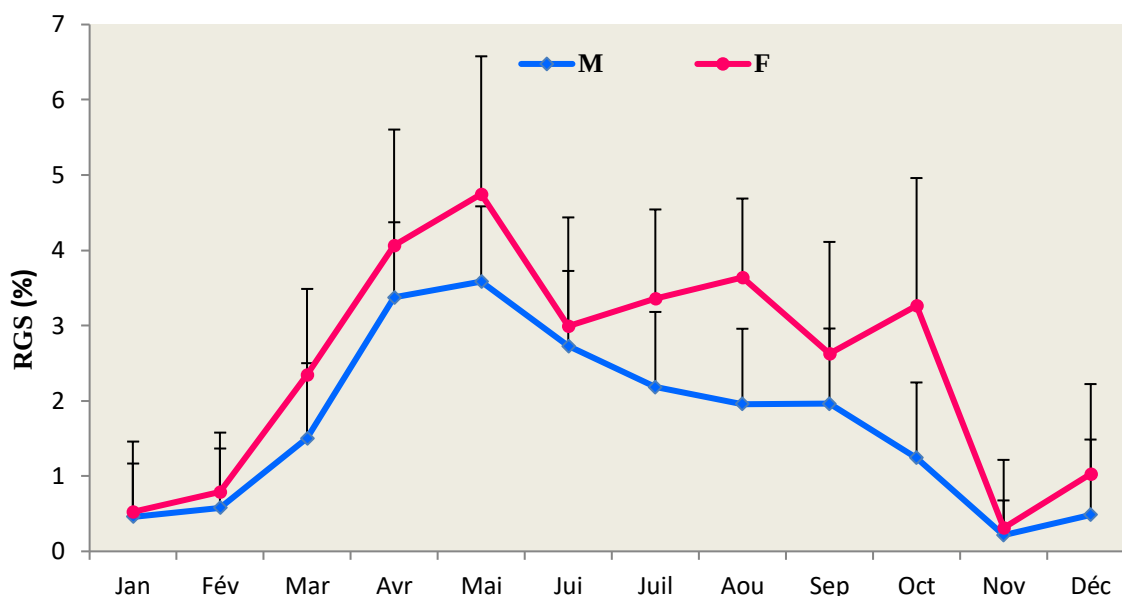


Figure 19: Evolutions mensuelles des RGS chez *E. encrasicolus* pêché dans le golfe d'Annaba

3.2.2.1.2. Rapport Hépato-Somatique (RHS).

Les valeurs mensuelles moyennes du rapport hépato-somatique (RHS) chez *E. encrasicolus* se situent entre 0.28% et 1.41% avec une moyenne de $0.73 \pm 0.29\%$ chez les mâles et entre 0.36% et 1.93% avec une moyenne de $1.11 \pm 0.37\%$ chez les femelles (Fig. 20). L'analyse de variance indique leur hétérogénéité aussi bien chez les mâles ($F = 27.44$; $P < 0.001$) que chez les femelles ($F = 201.77$; $P < 0.001$) (Fig. 20).

Chez *E. encrasicolus*, les valeurs du RHS et du RGS évoluent de façon similaire avec des fluctuations sensibles liées au cycle reproducteur. Ainsi chez les 2 sexes, les valeurs les plus élevées du RHS sont notées entre mars et octobre coïncidant avec l'élévation du RGS. Le maximum est enregistré en aout à la fois chez les mâles avec 1.41% et chez les femelles avec 1.93%. En revanche, les valeurs les plus faibles sont observées chez les 2 sexes entre novembre et février avec des moyennes respectives de $0.51 \pm 0.22\%$ et $0.62 \pm 0.21\%$ (Fig. 20).

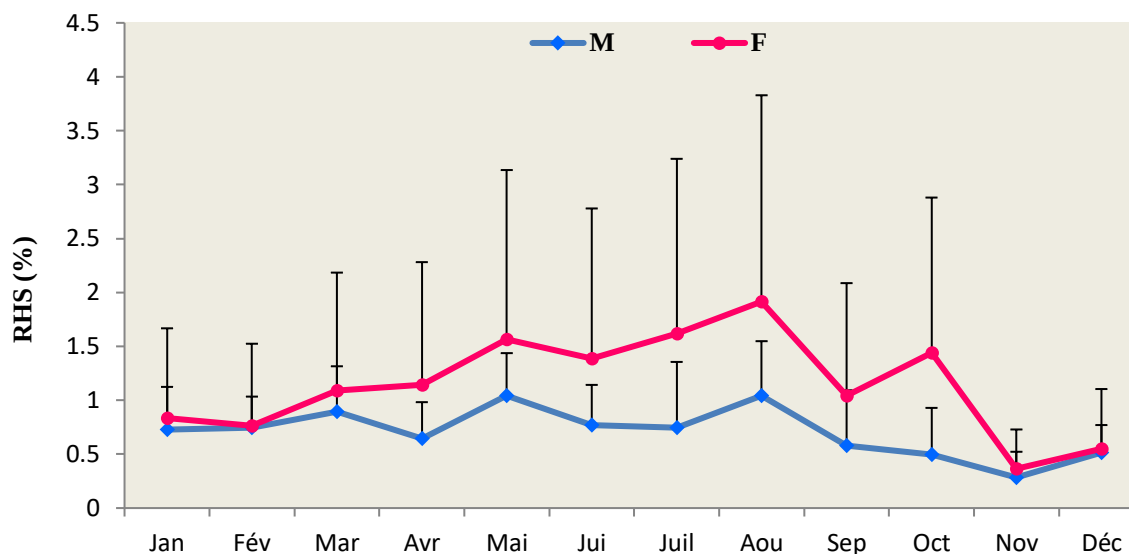


Figure 20: Représentation des évolutions mensuelles du RHS chez *E. encrasicolus* pêché dans le golfe d'Annaba

3.2.2.1.3. Coefficient de condition (K)

Les variations mensuelles du coefficient de condition (K) chez *E. encrasicolus*, sont inversement proportionnelles aux variations du RGS. Elles passent de 0.02% à 3.19% chez les mâles et de 0.01% à 4.53% chez les femelles (Fig. 16A). L'ANOVA montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les valeurs mensuelles moyennes du K chez les mâles ($F = 7078.33$; $P < 0.001$) et chez les femelles ($F = 4579.11$; $P < 0.001$). Globalement, le coefficient de condition d'*E. encrasicolus* passe par 2 phases:

- Une phase de diminution ou de mauvaise condition qui s'étale de février à octobre et se caractérise par des fluctuations d'amplitude faible à la fois chez les mâles allant de 0.02% à 0.68% et chez les femelles de 0.01% à 0.6%.
- Une phase d'accroissement ou de bonne condition s'étalant de novembre à janvier et se caractérise par des fluctuations importantes qui varient de 0.83 à 4.53% chez les mâles et de 0.71 à 3.19% chez les femelles (Fig. 21).

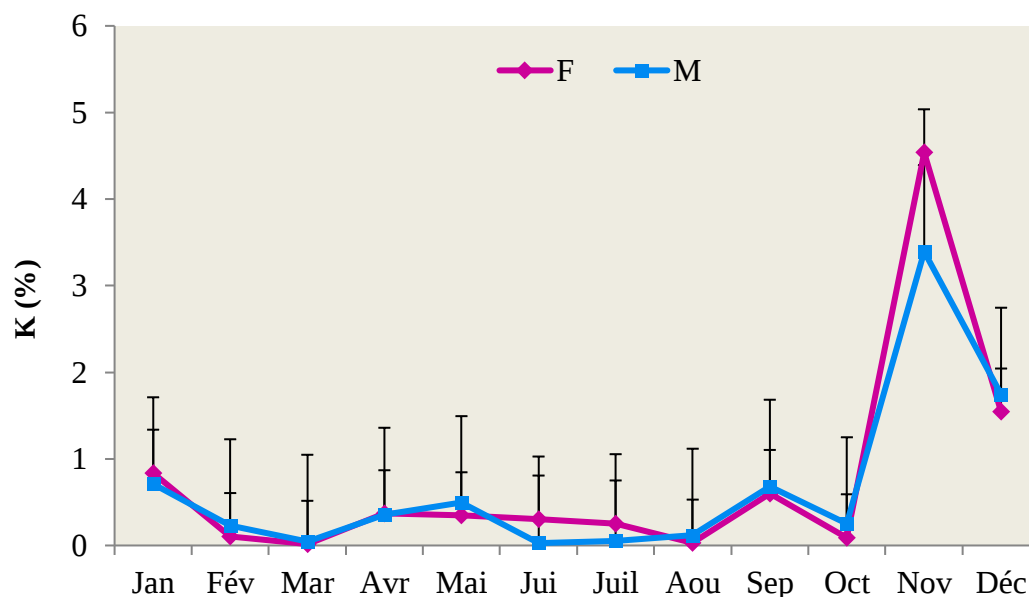


Figure 21: Fluctuations mensuelles du coefficient de condition K chez *E. encrasicolus* pêché dans le golfe d'Annaba

3.2.2.2. Résultats des observations macroscopiques de gonades et stades de maturité sexuelle

La maturité se réfère à la capacité moyenne de se reproduire d'un poisson d'un âge ou d'une taille donnés. Cette information en termes de % de maturité sert souvent à calculer le potentiel de frai. Le terme stade de maturité est employé pour signifier les degrés des maturités des ovaires et des testicules d'un poisson.

La détermination du sexe et du stade de maturité sexuelle des individus mâles et femelles chez *E. encrasicolus* repose sur l'observation macroscopique de leurs gonades durant un cycle annuel. Une échelle macroscopique de maturité sexuelle à 7 stades (Fontana, 1969) a été utilisée (Tab. 2).

Les observations, réalisées sur l'ensemble des gonades d'*E. encrasicolus*, ne nous ont pas permis de distinguer les gonades immatures qui n'ont jamais frayé (St. I) de celles qui sont en repos sexuel après une période de reproduction (St. II). Les gonades appartenant à ces 2 différents stades sont sexuellement inactives et possèdent les mêmes caractéristiques macroscopiques. Par conséquent, elles ont été regroupées en un seul stade qui est le stade inactif (Stade I) et ne sont distinguées que par l'étude histologique ou par la détermination de la taille de 1^{ère} maturité sexuelle (Tab. 5). Il en est de même pour les gonades aux stades VI (post-ponte/émission partielle) et VII (post-ponte/émission finale) avec une apparence flasque durant et après la période de

reproduction, que nous avons regroupées en stade post-ponte/émission (Stade V) en raison de la difficulté de leur distinction (Tab. 5). En plus, pendant toute la période d'échantillonnage, l'observation de gonades en post-ponte/émission finale complètement flasques était rare. Ainsi, 5 stades de maturité sexuelle ont été déterminés macroscopiquement aussi bien pour les mâles que pour les femelles (Tab. 5) on a:

- Stade I: Inactif (Repos sexuel / Immaturité).
- Stade II: Début de maturation.
- Stade III: Pré-ponte/Pré-émission.
- Stade IV: Ponte/Emission.
- Stade V: Post-ponte/Post-émission.

Tableau 5: Echelle macroscopique des différents stades de maturité sexuelle chez l'anchois.

Stades	Femelles	Mâles
I: Repos sexuel ou immaturité.	Ovaires petits et fermes, translucides parfois colorés en orange pale, vascularisation très fine.	Testicules petits, en lame de couteau, coloration gris clair, vascularisation interne visible par transparence.
II: Début de maturation	Ovaire plus volumineux, coloration orangée plus foncée surface ovarienne granuleuse, vascularisation bien apparente.	Initiation du cycle. Testicules de consistance ferme, coloration blanchâtre homogène. A la surface, on ne voit pas facilement les ramifications terminales des vaisseaux sanguins internes.
III: Pré-ponte/ pré-émission	Les ovaires augmentent de volume, coloration jaune. Ovocyte spécifiés et nettement visible à travers la membrane ovarienne. Vascularisation développée	Production importante de spermatozoïdes. Testicules turgides, occupent la quasi-totalité de la cavité générale. Leur surface présente des figures étoilées correspondant aux ramifications terminales des vaisseaux sanguins de la gonade.
IV: Ponte/Emission.	Ovaires très volumineux occupent toute la cavité générale. Ovocytes transparents disposés irrégulièrement laissant entre eux des zones hyalines. Coloration généralement rouge, vascularisation très développée surtout sur la partie postérieure des ovaires.	Emission du sperme Testicule volumineux, à surface lisse et brillante, très mous, coloration blanc - ivoire. La compression de l'abdomen du poisson provoque l'écoulement du sperme par l'orifice ano-génito-urinaire.
V:Post- ponte/ Post-émission	Ovaires flasques montrant des zones hyalines plus grandes. Coloration rougeâtre (congestion des vaisseaux sanguins).	Testicules vidés. Ils sont flasques, ridés, coloration gris-rose, vascularisation interne visible par transparence.

* Nb: il est rare d'observer des ovaires en fin de post-ponte complètement flasques.

3.2.2.2.1. Variations mensuelles des stades de maturité sexuelle

Au cours de l'année, les ovaires et les testicules d'*E. encrasicolus* se trouvent à différents stades de maturité, avec cependant des fréquences variables.

Les gonades au stade I sont observées durant toute l'année. Elles constituent majoritairement les prises en novembre, 59.88 %, décembre, 71.59%, janvier, 80.32% et février avec 49.04%. Au cours de cette période, nous observons des anchois de grande taille, suggérés comme matures avec des gonades en état de repos sexuel et des anchois de petite taille contenant de petites gonades retenues comme immatures. Entre mars et octobre, le nombre des gonades au stade I diminue pour atteindre des valeurs très faibles allant de 0.55% à 13.9 % (Fig. 22).

Les gonades en maturation (stade II), indiquant le début de la gamétogénèse, on remarque une augmentation progressive du taux de ce stade de janvier à mars avec respectivement un minimum de 8.4% en janvier et un maximum de 71.34%. Ensuite leur nombre diminue progressivement pour afficher des valeurs plus basses en décembre et aout avec respectivement 2.27 et 2.49%; on observe une absence de ce stade en novembre (Fig. 22).

Les gonades matures (stade III), sont présentes de janvier à octobre avec un taux bien développé de mars à octobre et un minimum en aout 11.08%. On note une absence de ce stade à novembre et décembre (Fig. 22).

Une forte proportion de **gonades en reproduction (stade IV)** a été observée de mars avec 7.09 % à octobre avec 61.01%, indiquant le déclenchement de l'émission d'ovocytes et de spermatozoïdes mûrs. L'émission de ces produits génitaux se poursuit jusqu'à octobre, où les gonades en reproduction représentent 61.01%, pour prendre fin en novembre. Des gonades matures, en reproduction ont été observées également en décembre, janvier et février avec cependant des fréquences très faibles. Ceci est expliqué par le décalage de la maturation des petits spécimens qui, par rapport aux grands, finissent leur acte de reproduction plus tardivement (Fig. 22).

Les gonades en post-reproduction (stade V) apparaissent le long du cycle annuel avec cependant une abondance en novembre atteignant 40.08% et en février avec 24.52%. Elles sont aussi observées au cours des autres mois avec des fréquences faibles atteignant en mai 0.36% (Fig. 22).

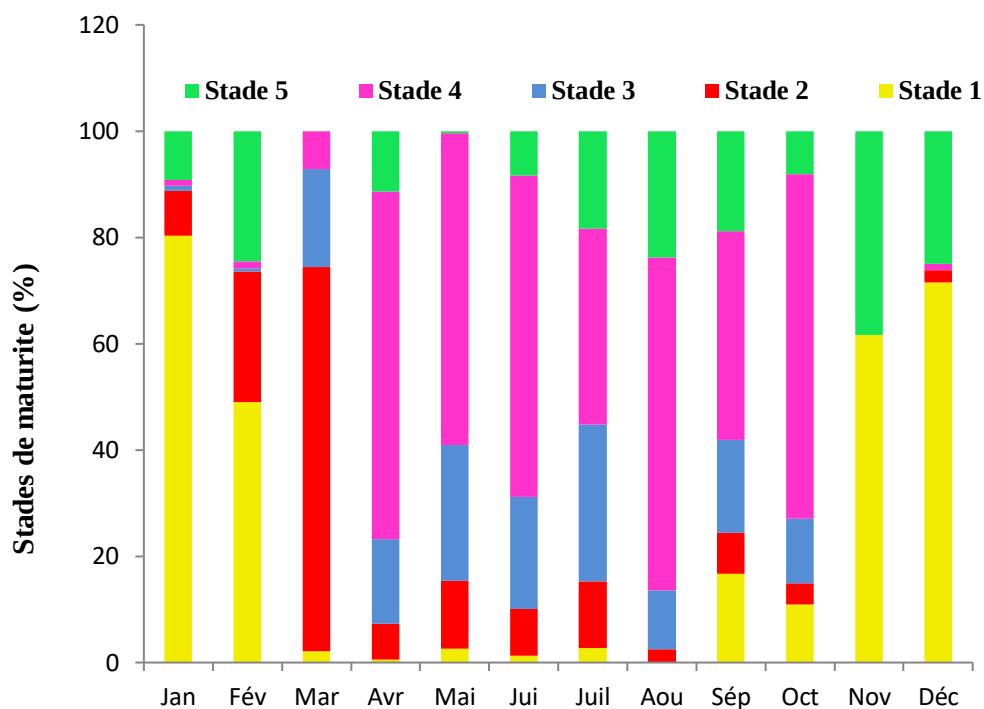


Figure 22: Variations mensuelles des proportions des 5 stades de maturité sexuelle retenus chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba.

3.2.2.2.2. Estimation de la taille à la 1^{ère} maturité sexuelle (L_{50}).

La méthode statistique que nous avons utilisée pour les anchois, nous a permis également de fixer la taille de 1^{ère} sexuelle L_{50} à 9.6 cm pour les femelles qui sont toutes mûres à partir de 13 cm.

En ce qui concerne, l'analyse du pourcentage d'individus mûrs et immatures, elle révèle que la **population** d'*E. encrasicolus*, dont les tailles totales varient entre 6.9 et 17.8 cm, atteint sa taille de 1^{ère} maturité L_{50} à 10.3 cm (Fig. 23A).

L'examen du pourcentage de **femelles** matures en fonction de la taille, permet de fixer à 9.6 cm la taille (L_{50}) à laquelle 50 % les anchois femelles du golfe d'Annaba, sont aptes à se reproduire et toutes le sont à partir de 13 cm (Fig. 23B).

Les anchois **mâles** atteignent leur taille de 1^{ère} maturité à 10.9 cm, au-delà de 14cm tous sont adultes (Fig. 23C).

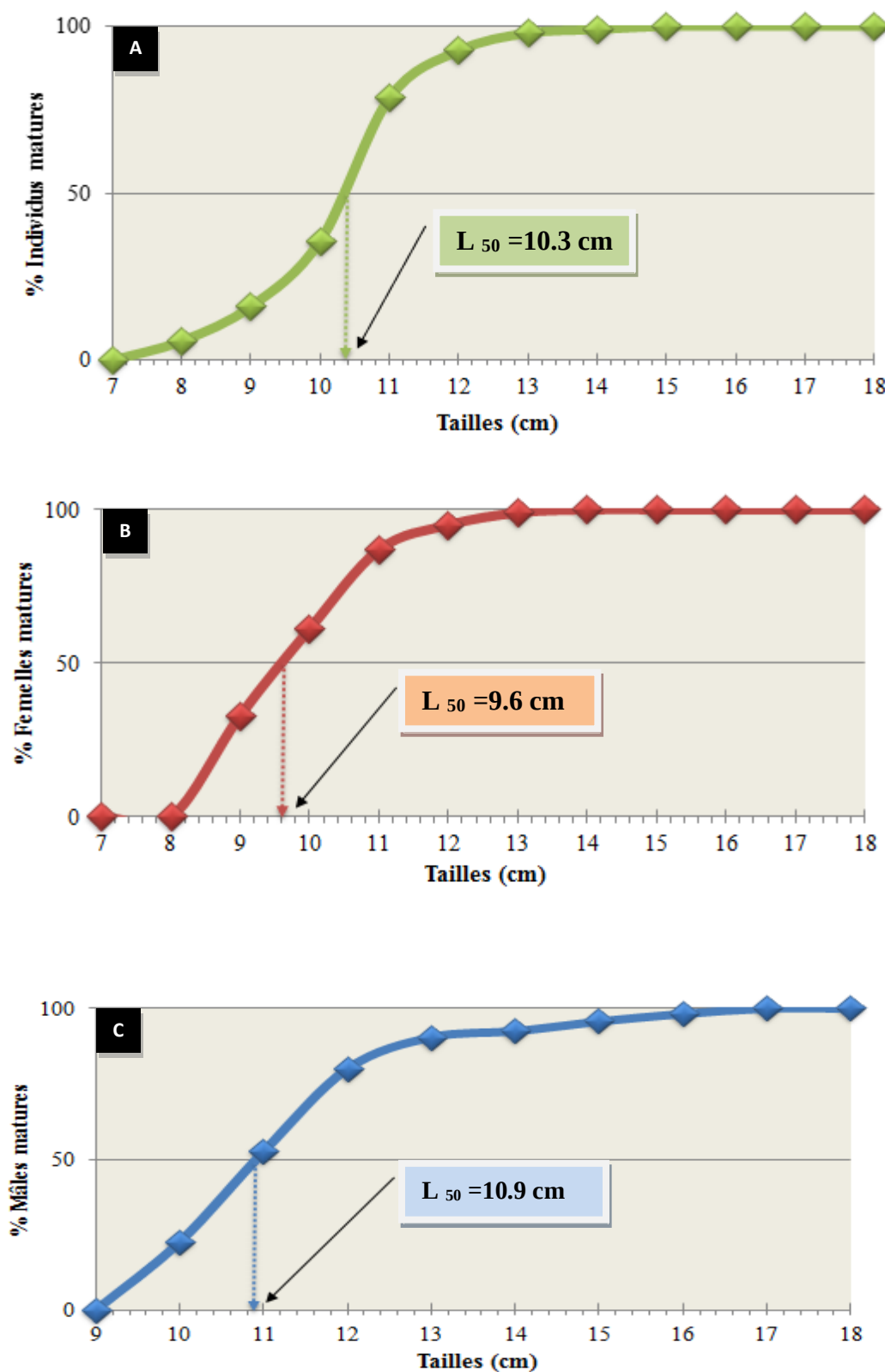


Figure 23: Ogive de la taille à la 1^{ère} maturité sexuelle chez la population totale (A), les femelles (B) et chez les mâles (C), d'*E. encrasicolus* du golfe d'Annaba.

3.2.2.3. Examen microscopique des ovaires

Les observations microscopiques ont été réalisées simultanément avec les aspects macroscopiques identifiés, afin de pouvoir suivre seulement le développement des ovaires d'*E. encrasicolus* dans le temps (Fig. 24).

Nous avons ainsi tenu compte de l'examen microscopique des ovaires car il ne nous a pas été aisé de déterminé microscopiquement les différents stades de la spermatogenèse, contrairement aux ovaires où le cycle de reproduction chez l'anchois est bien synthétisé par un cycle ovarien qui est le reflet de l'ovogenèse, de la ponte ou de la dégénérescence d'une partie des ovocytes de l'ovaire. Le stade de développement des ovocytes, observé sur des coupes histologiques, permet d'estimer le degré d'évolution de l'ovaire et de mettre en évidence les grandes étapes du cycle ovarien.

L'ovogenèse peut être divisée en 3 étapes: la croissance, comprenant la vitellogenèse, la maturation et l'ovulation. La croissance ovocytaire peut être décomposée de façon schématique en 2 grandes phases: la pré-vitellogenèse suivie de la vitellogenèse proprement dite. Les différents critères utilisés pour définir ces étapes sont la taille des ovocytes, l'homogénéité, la quantité et la distribution des inclusions cellulaires dans le cytoplasme, comme les globules vitellins.

Pour décrire le cycle sexuel d'*E. encrasicolus* nous avons retenu une échelle ovocytaire dont l'identification et la terminologie des ovocytes sont inspirées des travaux de Brown-Peterson *et al.* (2011) et de Lowerre-Barbieri *et al.* (2011). Le stade de maturité de l'ovaire a été défini suivant le degré de maturité du lot d'ovocytes le plus avancé présent dans l'échantillon d'ovaire (**MAGO**: the **M**ost **A**dvanced **G**roup of **O**ocytes), l'incidence de follicules post-ovulatoire et la présence d'atrésie folliculaire comme le préconisent Hunter & Macewitz en 1985.

Selon l'examen microscopique nous avons observé 6 stades ovocytaires (Fig. 24):

- Stade I: Ovaire immature.
- Stade II: Ovaire en maturation.
- Stade III: Ovaire mature (Pré-ponte).
- Stade IV: Ovaire en reproduction (Ponte).
- Stade V: Ovaire en post-ponte.
- Stade VI: Ovaire en repos sexuel.

L'examen microscopique des ovaires d'*E. encrasicolus* montre que leurs aspects histologiques est de type cytovarien, organisés en lamelles ovariques. Le degré de maturité du lot d'ovocytes le plus avancé (**MAGO**), présent dans les échantillons d'ovaires prélevés à différentes période de l'année, nous a permis de définir 6 stades de maturité sexuelle. Chaque stade est

caractérisé par la présence de nombreux ovocytes à différentes phases de développement. Au cours de l'ovogenèse, 6 types cellulaires ont été définis: ovocytes prépérinucléaires (ovogonies), ovocytes périnucléaires, ovocytes pré-vitellogéniques, ovocytes vitellogéniques (primaires, secondaire et tertiaires), ovocytes mûrs et ovocytes atrétiques (Fig. 24).

3.2.2.3.1. Histologique des ovaires immatures

L'ovaire immature d'*E. encrasicolus* sont caractérisés par la présence de 2 variétés d'ovocytes immatures: ovocytes prépérinucléaires et ovocytes périnucléaires (Fig. 24A).

- **Les ovocytes prépérinucléaires (ovogonies) (Opp)** sont des cellules arrondies de très petite taille entre 20 et 40 µm et à noyau non encore différencié. Les ovogonies apparaissent enrobées dans le stroma ovarien. Ce sont les précurseurs de la division cellulaire et présents dans l'ovaire durant toute son existence.

- **Les ovocytes périnucléaire (Op)** sont des petites cellules de 40 µm de diamètre ou plus, de forme polyédrique, caractérisées par un cytoplasme dense et homogène fortement coloré en hématoxyline. Le noyau apparaît large et central, plus clair que le cytoplasme. Plusieurs nucléoles (Nu) ont été observés dans la périphérie interne du noyau.

3.2.2.3.2. Histologique des ovaires en maturation

Au début de la maturation, les ovaires d'*E. encrasicolus* renferment plusieurs ovocytes à différents stades de développement (Fig. 24B).

- **Des ovocytes pré-vitellogéniques (Opv)** de tailles relativement plus importantes. Ces ovocytes sont caractérisés par un cytoplasme dépourvu de toutes inclusions vitellines. Des petites vacuoles transparentes (alvéoles corticales) sont observées dans sa périphérie externe formant une seule couronne puis plusieurs rangées périphériques, donnant au cytoplasme un aspect granuleux. Le noyau est gros et central, présentant plusieurs nucléoles plaqués contre l'enveloppe nucléaire qui est régulière.

- **Des ovocytes vitellogéniques primaires (Ov I) et secondaires (Ov II)** apparaissent et remplissent la lumière folliculaire. Au début de la vitellogenèse, des vésicules vitellines s'accumulent et s'organisent en couronne à la périphérie du cytoplasme. Ensuite, la taille et le nombre de ces vésicules augmentent. Ils vont progressivement remplir la quasi-totalité du cytoplasme qui devient granulaire et l'enveloppe nucléaire apparaît irrégulière. Des gouttelettes lipidiques qui tendent à fusionner, formant une couronne, peuvent être observées autour du noyau entre les grains de vitellus. A ce stade, les membranes folliculaires sont bien différenciées de l'extérieur vers l'intérieur par une thèque externe, une couche de cellules folliculaires et la *zona radiata*.

- **Des ovocytes prépérinucléaires et périnucléaires** sont également présents.

3.2.2.3.3. Histologique des ovaires matures

Les ovaires matures d'*E. encrasicolus* est caractérisés par l'apparition d'ovocytes en vitellogenèse avancée (ovocytes tertiaires) (Fig. 24C).

Les ovocytes vitellogéniques tertiaires (Ov III) apparaissent granuleux, les grains de vitellus envahissent tout le volume cytoplasmique et les inclusions lipidiques deviennent plus denses. A ce stade, le noyau, central ou rejeté à la périphérie, est difficilement visible. La *zona radiata* atteint son épaisseur maximale. Au cours de ce stade, les follicules sont juxtaposés, bien regroupés et remplis de gros ovocytes vitellogéniques tertiaires, donnant un aspect dense aux ovaires. Ces follicules sont entourés par des amas d'ovocytes à tous les stades de vitellogenèse (ovocytes périnucléaire, ovocytes pré-vitellogéniques et vitellogéniques). A ce stade, les follicules post-ovulatoires (Fpo) sont totalement absents.

3.2.2.3.4. Histologique des ovaires en reproduction

En stade de ponte, les ovaires d'*E. encrasicolus* atteignent leur maturité finale, ils renferment **des ovocytes mûrs en fin de vitellogenèse** (Fig. 24D). L'ovocyte mûr atteint sa taille maximale d'environ 1000 µm ou plus (axe major) chez l'anchois. A ce stade, l'ovocyte semble liquéfié, il peut se détacher de son follicule pour être libéré dans la cavité ovarienne puis expulsé vers l'extérieur et le tissu conjonctif, sur lequel reposent les follicules mûrs, devient lâche. A la fin de vitellogenèse succèdent 2 phases: la maturation ovocytaire et l'ovulation (Fig. 24D).

La maturation ovocytaire se fait en 2 phases:

La migration de la vésicule germinative: les inclusions lipidiques denses fusionnent et suivent la migration du noyau vers la périphérie de l'ovocyte. A ce stade, le noyau prend l'appellation de **vésicule germinative**.

L'hydratation: l'enveloppe nucléaire se désintègre et le contenu du noyau se disperse dans le cytoplasme. Une absorption rapide des fluides (hydratation) permet la liquéfaction du vitellus qui perd sa consistance et donne aux ovocytes mûrs un aspect hyalin. A ce stade, les ovocytes sont appelés **hyalins**.

L'ovulation: les ovocytes hyalins (Oh), qui apparaissent irréguliers, seront pondus ultérieurement.

Des follicules post-ovulatoires (Fpo) indiquant une ponte antérieure sont présents.

3.2.2.3.5. Histologique des ovaires en post-ponte partielle

Les ovaires d'*E. encrasicolus* en post-ponte partielle sont caractérisés par:

- La présence simultanée de nombreux follicules post-ovulatoires et d'ovocytes à différents stades de développement indique une ponte ultérieure.

- Le degré de maturité du lot d'ovocytes le plus avancé correspond à celui du stade pré-ponte (ovocytes vitellogéniques tertiaires). Ces derniers, lorsqu'ils arrivent à maturité, vont être pondus par lots et les follicules se vident au fur et à mesure que la ponte se poursuit.

Le stade post-ponte partielle est difficilement observable dans nos coupes histologiques.

3.2.2.3.6. Histologique des ovaires en post-ponte finale

L'ovaire d'*E. encrasicolus* en post-ponte finale apparaît à la fin de la période de reproduction. Après la dernière ponte, il est nettement désorganisé et tous les ovocytes vitellogéniques en voie de maturation présentent des signes de nécrose. L'atrésie est le signe de la fin de la saison de reproduction et le début de la récupération (Fig. 24E).

Au stade post-ponte finale, les ovaires se caractérisent par la présence de structures histologiques:

- **Follicules post-ovulatoires (Fpo)**, dépourvus d'ovocytes, constitués de l'enveloppe folliculaire avec des cellules résiduelles et présentant une lumière large et irrégulière.

- **Ovocytes vitellogéniques atrétiques (Ova)**, ces ovocytes vitellogéniques, à tous les stades de développement, n'ayant pas pu achever leur maturation rentrent en atrésie pré-ovulatoire et dégénèrent. Les ovocytes atrétiques (Ova), non émis perdent leur forme. Ils apparaissent irréguliers avec rétrécissement du follicule, désorganisation et liquéfaction du vitellus, hypertrophie des cellules folliculaires et digestion de vitellus par les cellules folliculaires. Les ovocytes atrétiques à différents stades de résorption vont progressivement disparaître, seule subsiste l'enveloppe folliculaire d'un aspect aplati et ondulé.

- **Follicules atrétiques (Fo)**: l'atrésie folliculaire se limite aux follicules post-ovulatoires qui, ayant expulsé leurs ovocytes, se remplissent d'une substance prenant une couleur rose au trichrome. Leur aspect est généralement lobé et leur résorption semble être très rapide car nous en dénombrons peu sur nos préparations histologiques.

- **Les ovocytes atrétiques (Ova)**, apparaissent noyés et dispersés dans le tissu conjonctif, ils sont entourés d'amas abondants d'ovocytes immatures notamment des ovocytes périnucléaires (Op), ils augmentent considérablement en nombre, constituant la quasi-totalité du tissu ovarien.

Au cours de ce stade, les ovocytes vitellogéniques sont totalement absents.

3.2.2.3.7. Histologique des ovaires en repos sexuel

Lorsque la période de reproduction prend fin, l'ovaire d'*E. encrasicolus* rentrent en **phase de récupération** et se réorganise histologiquement. Les ovaires en stade de repos sexuel (Fig. 24F).se caractérisent par la présence de **nombreux ovocytes immatures**, pré-périnucléaires (Opp) et périnucléaires (Op), disposés irrégulièrement sur l'épithélium des lamelles ovariennes, permettant l'apparition d'espaces interfolliculaires (Es), quelques **follicules atrétiques (Fo)** qui tendent à disparaître et absence complète d'**ovocytes vitellogéniques**.

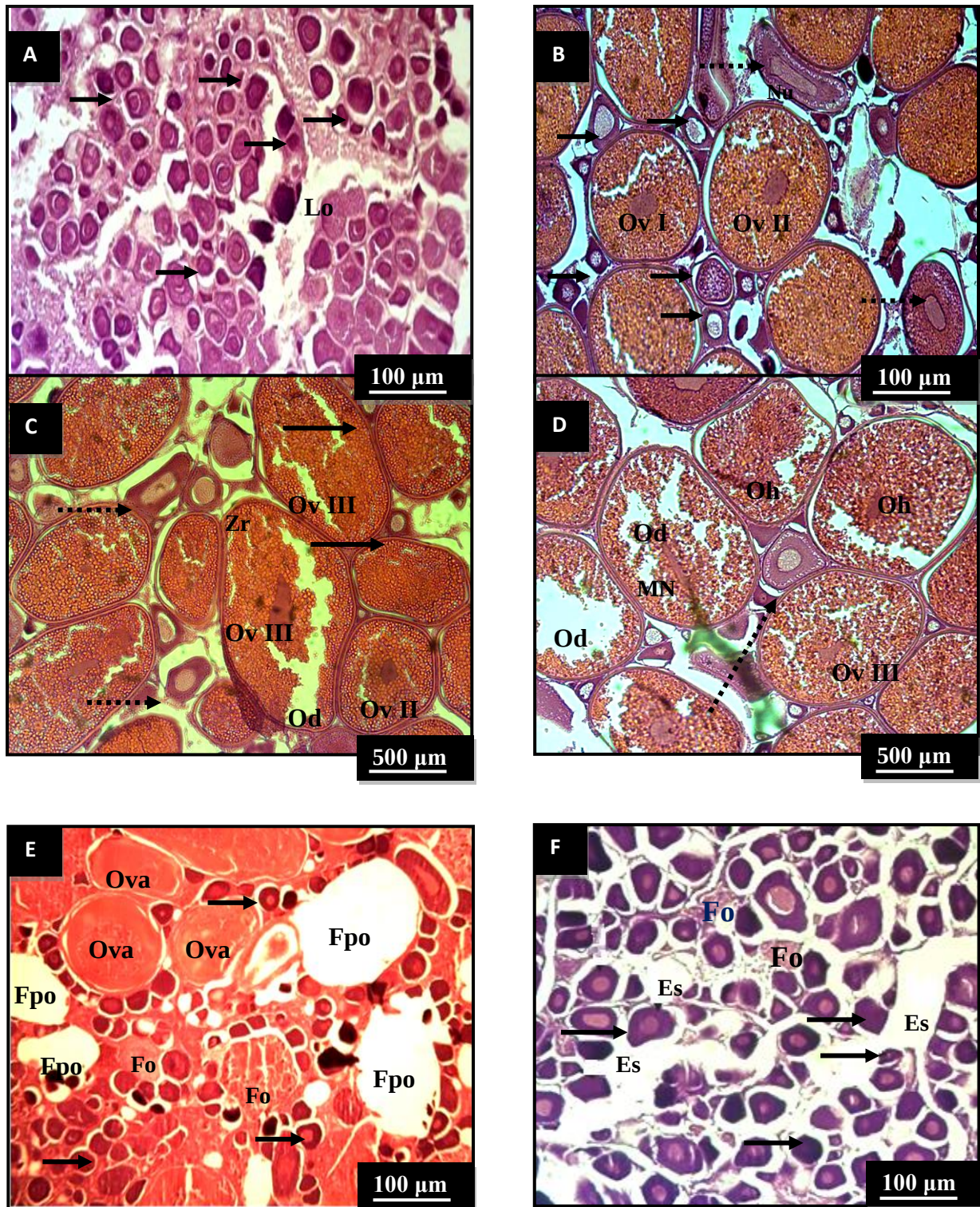


Figure 24: Microphotographies montrant la structure histologique des ovaires d'*E. encrasicolus* à différents stades de maturité (coloration à l'éosine). A: Ovaire immature, B: Ovaire en maturation, C: Ovaire mature (pré-ponte), D: Ovaire en reproduction (ponte), E: Ovaire en post-ponte finale, F: Ovaire en repos sexuel. Coloration à l'Hémalun-Eosine. **Flèche**, ovocyte immature préperinucéaire (**Opp**) et perinucéaire (**Op**); **Flèche brisée**, ovocytes prévitellogénique; **Ov I**, ovocyte vitellogénique primaire; **Ov II**, ovocyte vitellogénique secondaire; **Ov III**, ovocyte vitellogénique tertiaire; **Oh**, ovocyte hyalin détaché de son follicule (en expulsion); **Tête de flèche**, thèque externe décollé; **Fpo**, follicule post-ovulatoire; **Ova**, ovocyte vitellogénique atrétique; **Fo**, follicule atrétique; **Lo**, lumière ovarienne; **Nu**, noyau avec nucléoles périphériques; **Zr**, zona radiata; **g**, vésicule germinative; **Od**, gouttelettes lipidiques; **Es**, espace interfolliculaire.

3.3. Résultats de l'âge et de la croissance chez *Engraulis encrasicolus*

Les 4152 spécimens d'*E. encrasicolus* présentent une distribution de taille allant de 6.9 à 17.8 cm avec une moyenne de 13.72 ± 1.77 cm et un mode de 15 cm. Le poids total varie entre 1.96 et 33.1 g avec une moyenne de 16.41 ± 6.74 g et un mode de 19 g (Tab. 6).

Les plus grands anchois ont été obtenus en mai et juin les petits spécimens en décembre et janvier. Chez l'anchois, la distribution des tailles (Lt) et des poids (Pt) fluctue en fonction du sexe (Tab. 6):

- **Chez les femelles:** la Lt s'étale entre 8 et 17.8 cm. La moyenne de la Lt est de 13.58 ± 1.93 cm avec un mode de 15.3 cm. Le Pt oscille entre 2.85 et 32.4 g avec une moyenne de 16.04 ± 7 g et un mode de 19 g.
- **Chez les mâles:** la Lt varie de 9.2 à 17.1 cm avec une moyenne de 13.95 ± 1.54 cm et un mode de 15.2 cm. Le Pt oscille entre 3.98 et 33.1 g avec une moyenne de 17.04 ± 5.8 g et un mode de 17.7 g.

Tableau. 6: Distribution des tailles (Lt) et des poids (Pt) chez la population totale (PT), les mâles (M) et les femelles (F) d'*E. encrasicolus* du golfe d'Annaba.

	Longueurs total (cm)				Poids total (g)			
	Min	Max	Moyenne	Mode	Min	Max	Moyenne	Mode
PT	6.9	17.8	13.72 ± 1.77	15	1.96	33.1	16.41 ± 6.74	19
F	8 .1	17.8	13.58 ± 1.93	15.3	2.85	33.1	16.04 ± 7	19
M	9.2	17.1	13.95 ± 1.54	15.2	3.98	28.2	17.04 ± 5.8	17.4

3.3.1. Estimation de l'âge

Pour avoir une meilleure estimation de l'âge, il est nécessaire d'utiliser l'ensemble des individus échantillonnés avec un pas de 0.5 cm pour chaque classe de taille. C'est ainsi que nous avons abordé la distribution de fréquence de taille pour la population totale ainsi que pour les 2 sexes et c'est à partir de cette décomposition qu'on a pu introduire ces fréquences pour établir la clé âge longueurs avec la méthode de **Bhattacharya** par le **FiSAT II 1.2.0** (Gayanilo *et al*, 2005) (Fig. 13).

La distribution des fréquences de taille chez la population totale s'étale entre 6.9 et 17.8 cm (Tab. 6, Fig. 25). Pour l'ensemble des captures, le mode le plus important se situe entre 15 cm. La taille moyenne chez les femelles est de 13.58 cm et 13.95 cm chez les mâles (Tab. 6).

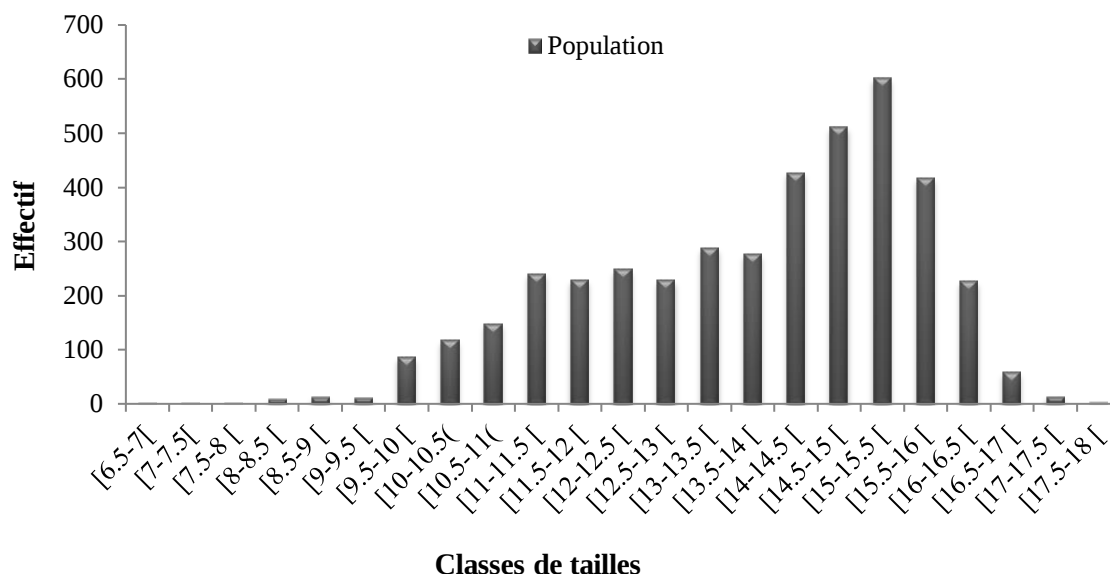


Figure 25: Distribution des fréquences de taille chez la population totale d'*E. encrasicolus*.

La distribution des fréquences de taille s'étale entre 9.2 et 17.1 cm chez les mâles et entre 8.1 et 17.8 cm pour les femelles (Tab. 6). Pour l'ensemble des captures, le mode le plus important se situe entre [15-15.5 [cm pour les 2 sexes (Tab. 6; Fig. 26).

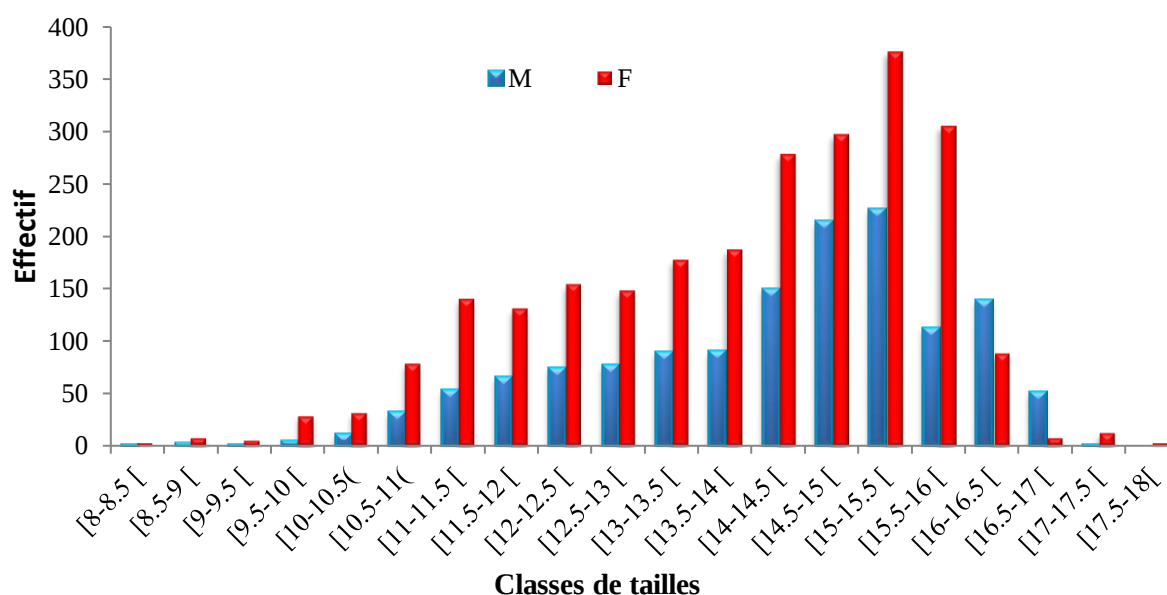


Figure 26: Distribution des fréquences de taille chez les mâles et femelles d'*E. encrasicolus*.

L'application de la méthode de **Bhattacharya** par le **FiSAT II 1.2.0** (Gayanilo *et al*, 2005) nous a permis d'obtenir les distributions de fréquences de taille et de décomposer la population totale ainsi que les 2 échantillons femelle et mâle, respectivement en **4 cohortes** (groupes d'âges) qui se rassemblent autour des Lt de 8.87; 11.66; 14.97; 16.56 cm pour la population totale et 7.83;

12.25; 14.8; 16.28 cm pour les femelles et 8.75; 12.42; 14.82 et 16.35 cm pour les mâles (Tab. 7; Fig. 27).

Tableau 7: Clés âge-longueur d'*E. encrasicolus* obtenues par la méthode de Bhattacharya (1967) (FiSAT II, 2005). M : moyenne du groupe d'âge ;S.I.: indice de séparation qui doit être > 2 (Gayaniilo *et al*, 2005) et N : effectif du groupe d'âge

	Population totale			Femelle			Mâle		
	M	N	S.I	M	N	S.I	M	N	S.I
1	8.87	32	n.a	7.83	14	n.a	8.75	4	n.a
2	11.66	351	2.72	12.25	380	4.68	12.42	496	8.3
3	14.97	1830	2.96	14.8	666	2.48	14.82	791	3.84
4	16.56	300	3.07	16.28	21	2.32	16.35	191	2.81

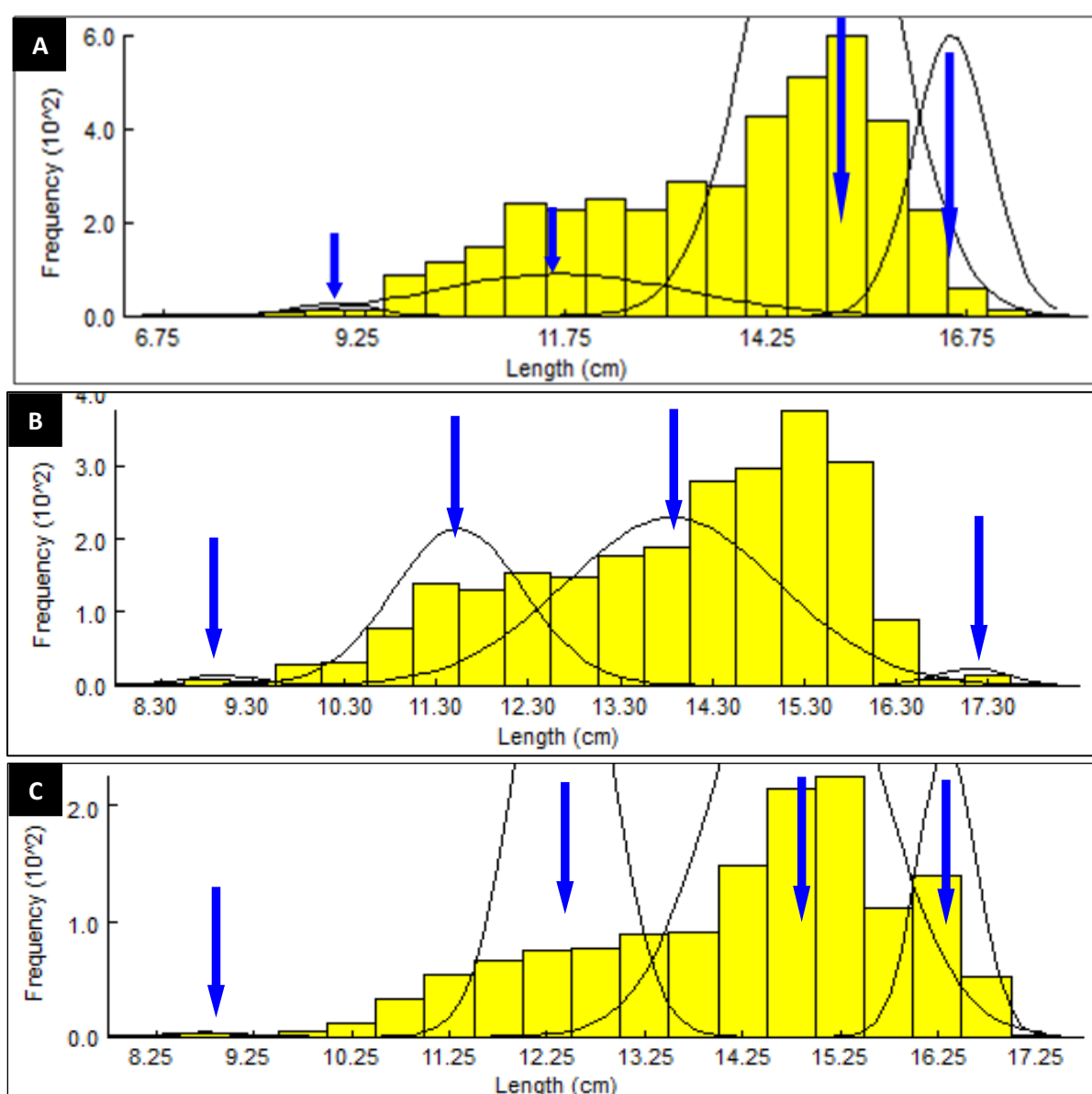
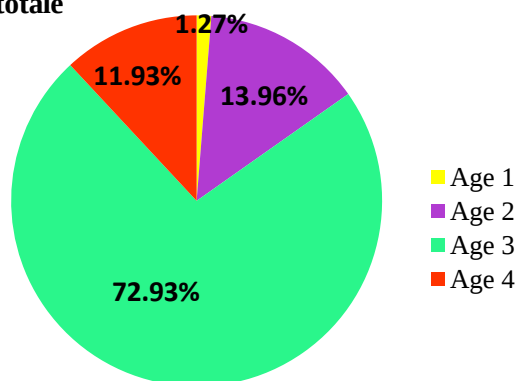


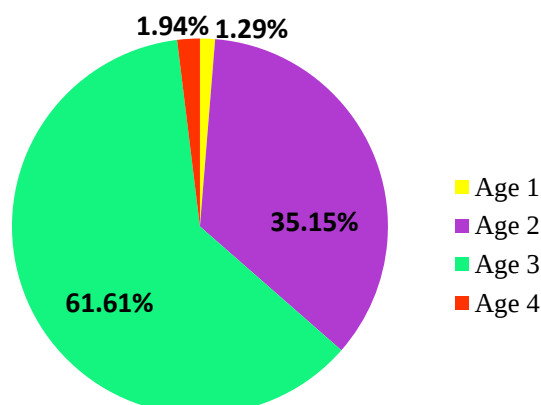
Figure 27: Décomposition de la distribution des fréquences de taille de la population totale (A), des femelles (B) et mâles (C), d'*E. encrasicolus* en groupes d'âge (Bhattacharya (1967) (FiSAT II, 2005).

La population totale, âgée de 2 et 3 ans est la mieux représentée dans les prises, avec respectivement 13.96 et 72.82 %. Le minimum de capture est observé chez les anchois de 1 an avec 1.27 % et c'est le cas observé pour les mâles et les femelles avec une dominance des prises à 3 ans avec respectivement de 53.37% et 61.61% (Fig. 28).

Population totale



Femelle



Mâle

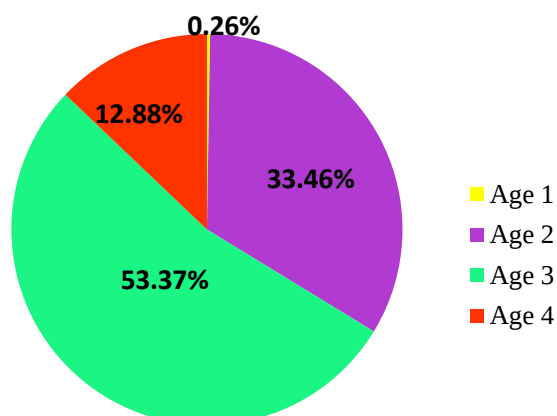


Figure 28: Présentation des différents taux de prise par âge pour la population totale et par sexe.

3.3.2. Modélisation de la croissance linéaire absolue à partir des âges.

Les paramètres de croissance obtenus à partir de la clé âge-longueur du stock d'*E. encrasicolus*, par la méthode indirecte de Bhattacharya (1967) FiSAT II 1.2.0 (Gayanilo *et al*, 2005) sont calculés grâce au logiciel **New VONBIT** (Stamatopoulos, 2005) représentés par les courbes de croissance de Von Bertalanffy obtenues par le logiciel **New VANBIT** (Stamatopoulos, 2005) (Fig. 29).

Les tailles asymptotiques (L_{∞}) obtenues chez la population totale (17.89), les femelles (18.28 cm) et les mâles (17.36 cm)) sont > aux tailles maximales qui sont respectivement de 17.8 cm, 17.8 cm et 17.1 cm. La valeur de la longueur asymptotique des femelles est légèrement supérieure à celle des mâles soit une différence de 0.92 cm (Tab. 8).

L'anchois croît vers sa taille asymptotique avec une vitesse de 0.6 an^{-1} , son rythme de croissance linéaire est plus rapide. *E. encrasicolus*, atteint sa taille asymptotique après 4 ans avec une vitesse de croissance moyenne $\emptyset'$ de 2.28. Ces résultats concernent les 2 sexes et montrent qu'ils suivent le même mode de croissance (Tab 8).

Tableau 8: Représentation des paramètres de l'équation de la courbe de Von Bertalanffy (1938) obtenus par New VONBIT (Stamatopoulos, 2005) et la vitesse de croissance moyenne $\emptyset'$ calculée chez *E. encrasicolus*.

Sexes	Paramètres				Equations	$L_{t_{\max}}$ (cm)
	L_{∞} (cm)	K an^{-1}	t_0 (an)	$\emptyset'$	$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t - t_0)}]$	
Population totale	17.89	0.6	-0.008	2.28	$L_t = 17.89[1 - e^{-0.6(t - (-0.008))}]$	17.8
Femelles	18.28	0.55	-0.016	2.26	$L_t = 18.28[1 - e^{-0.55(t - (-0.016))}]$	17.8
Mâles	17.36	0.66	-0.004	2.29	$L_t = 17.36[1 - e^{-0.66(t - (-0.004))}]$	17.1

∞ : longueur asymptotique; K: coefficient de vitesse de croissance; t_0 : âge théorique; $L_{\max}$: taille totale maximale échantillonnée, $\emptyset'$ la vitesse de croissance moyenne.

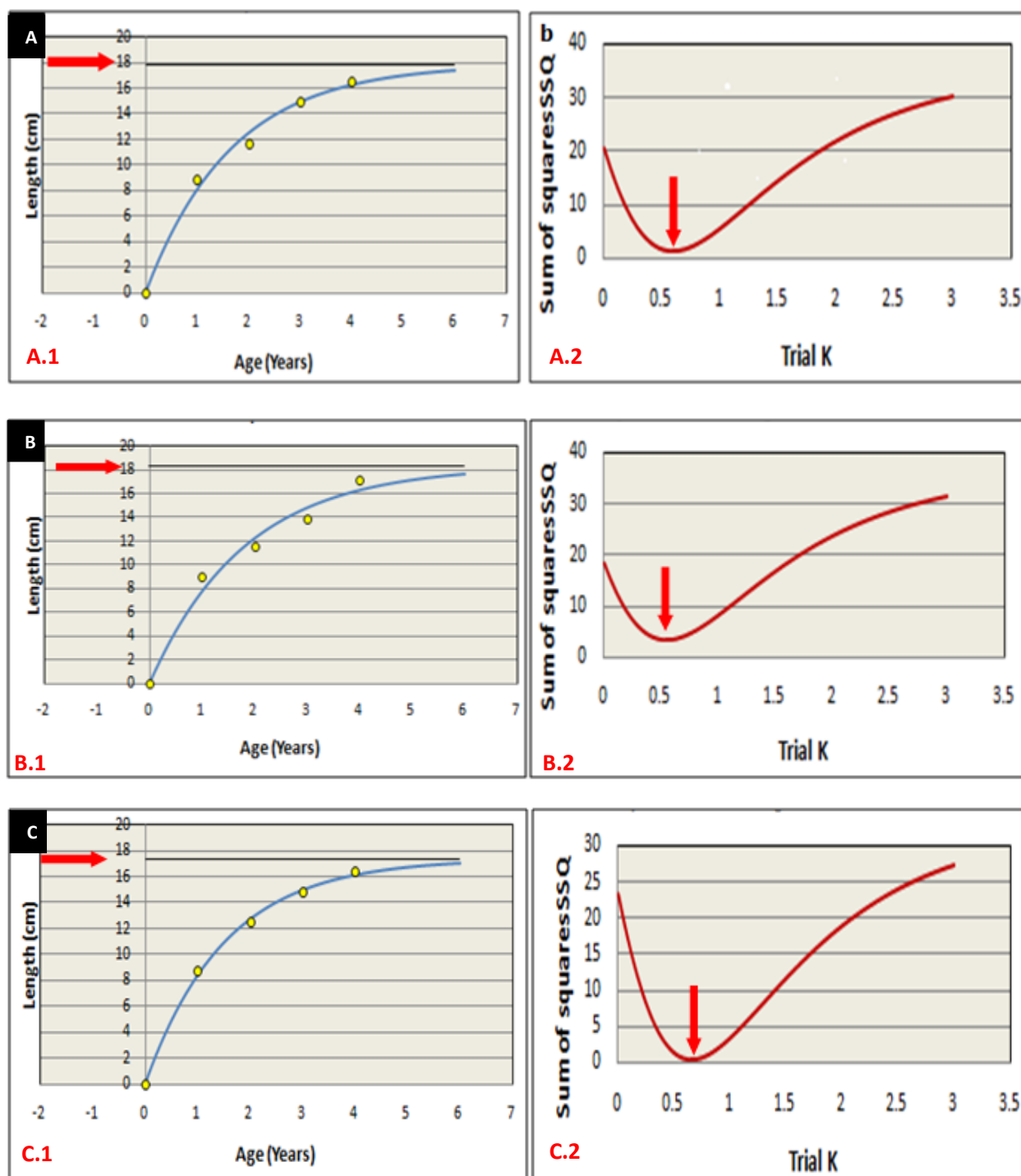


Figure 29: Courbe de croissance linéaire de la population totale (A), des femelles (B) et des mâles (C) de *E. encrasicolus* pêchée dans le golfe d'Annaba (New VONBIT Stamatopoulos, (2005)). (A.1, B.1, C.1): L_{∞} , longueur asymptotique (cm) et (A.2, B.2, C.2): K, coefficient de vitesse de croissance.

3.3.2.1. Courbes de croissance linéaire

L'application du model de Von Bertalanffy aux couples âge - longueur nous a permis d'aboutir aux équations de croissance linéaire absolue et de tracer les courbes de croissance linéaire théorique (Fig. 30).

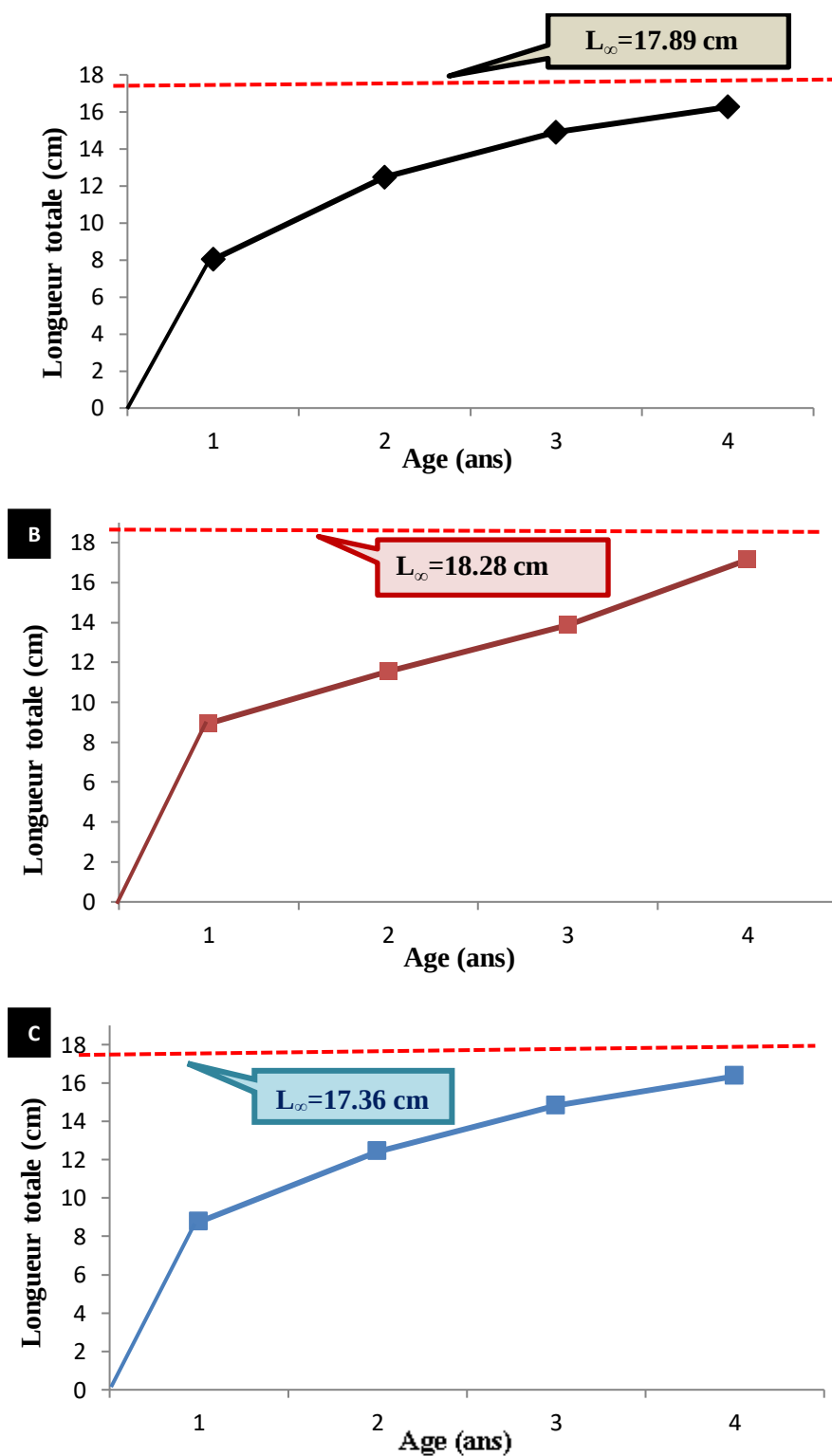


Figure 30: Courbe de croissance linéaire théorique montrant la croissance linéaire de la population totale (A), des femelles (B) et de des mâles (C) d'*E. encrasicolus*, L_t , (cm) vers sa taille asymptotique L_{∞} , (cm) en fonction du temps (ans).

Les longueurs moyennes théoriques chez *E. encrasicolus*, aux différents âges oscillent entre 8.87 cm (âge 1) et 16.56 cm (âge 4) pour la population totale; de 7.83 cm (âge 1) à 16.28 cm (âge 4) pour les femelles et de 8.75 cm (âge 1) à 16.35 cm (âge 4) chez les mâles (Tab. 9 et Fig. 30).

Tableau 9: Représentation des valeurs de la longueur observée et théorique et de l'accroissement linéaire chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba.

Espèce <i>E. encrasicolus</i>	Age (an)	Lt observée (cm)	Lt théorique (cm)	Accroissement linéaire théorique (cm an ⁻¹)
Population totale	1	8.87	8.12	8.12
	2	11.66	12.53	4.41
	3	14.97	14.95	2.42
	4	16.56	16.28	1.33
Femelle	1	8.94	7.83	7.87
	2	11.54	12.25	4.42
	3	13.86	14.8	2.55
	4	17.14	16.28	1.48
Mâle	1	8.75	8.41	8.41
	2	12.42	12.74	4.33
	3	14.82	14.97	2.23
	4	16.35	16.13	1.16

3.3.2.2. Accroissement linéaire théorique

Chez *E. encrasicolus*, les valeurs de la longueur totale théorique calculées à partir de l'équation de Von Bertalanffy, sont très proches de celles que nous avons observées par la méthode de Bhattacharya (1967).

Chez la population totale la croissance linéaire évolue d'une façon différente selon l'âge. L'accroissement linéaire est important au cours de sa 1^{ère} année de vie. A cet âge, les anchois peuvent atteindre une longueur moyenne de 8.12 cm, traduisant un taux de croissance important. Dès le début de la 2^{ème} année, l'accroissement linéaire de l'anchois baisse considérablement avec un gain de 4.41 cm an⁻¹ seulement. Entre la 3^{ème} et la 4^{ème} année, l'accroissement linéaire devient faible avec respectivement un gain de 2.42 et 1.33 cm an⁻¹ (Tab. 9, Fig. 31A).

Les 2 sexes suivent la même évolution d'accroissement que la population totale avec un gain important en longueurs totale de 4.42 cm et 4.33 cm pour les femelles et les mâles respectivement au cours de l'âge 2, mais à partir de la 3^{ème} à la 4^{ème} année on observe un déclin de l'accroissement linéaire confirmé avec un faible gain de 2.55 cm à 1.48 cm pour les femelle et 2.23 cm à 1.16 cm pour les mâles (Tab. 9, Fig. 31B et C).

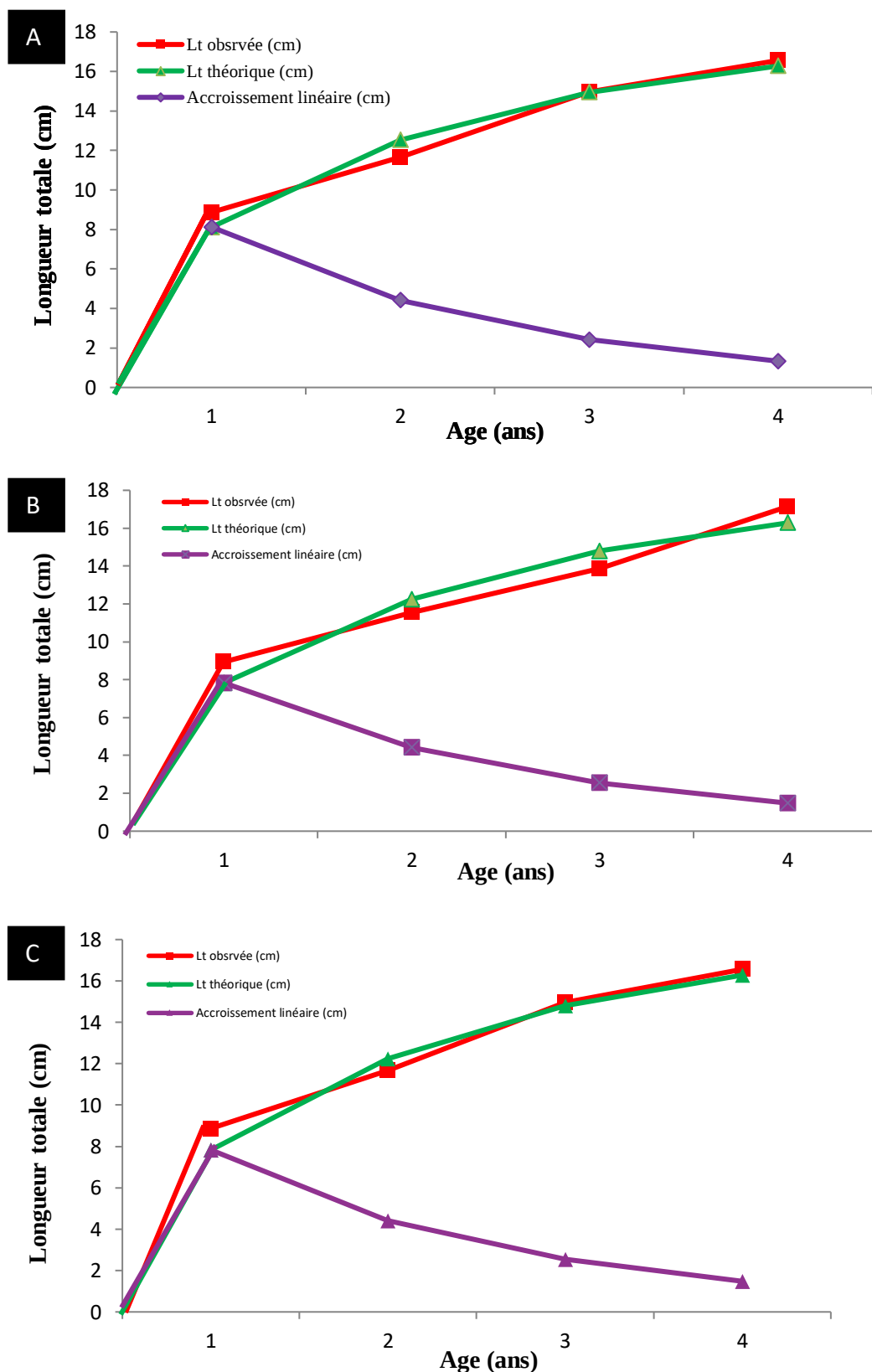


Figure 31: Courbes de croissance linéaire observée et théorique et de l'accroissement linéaire théorique chez la population totale (A), des femelles (B) et de des mâles (C) d'*E. encrasicolus* du golfe d'Annaba.

3.3.3. Croissance relative taille-poids.

La relation taille-poids d'*E. encrasicolus* a été déterminée chez la population mâle, femelle et totale (Fig. 32). Le coefficient de corrélation (r) étant proche de 1, le poids est donc fortement corrélé à la taille.

Le test de t basé sur la comparaison de 2 pentes, fournit des valeurs supérieures à 1.96 pour $\alpha = 5 \%$. Ce résultat permet de dire que *E. encrasicolus*, pêchées dans le golfe d'Annaba, se caractérise par une allométrie, entre le poids total (Pt) et la longueur totale (Lt), de type majorante, et ce, pour les sexes séparés et confondus (Tab .10).

De ce fait, l'anchois présente une croissance pondérale supérieure à sa croissance en taille c'est-à-dire qu'il grossit plus vite qu'il ne grandit.

Tableau 10: Relation d'allométrie entre le poids total (Pt) et la longueur totale (Lt) d'*E. encrasicolus*

Espèces	Sexe	a	b	Relation d'allométrie	R ²	r	Type d'allométrie t cal. ($\alpha = 5 \%$)
<i>E. encrasicolus</i>	Population totale	0.0033	3.221	Pt = 0.0033Lt ^{3.221}	0.957	0.978	(+) 9.223
	Femelles	0.0032	3.216	Pt = 0.0032 Lt ^{3.216}	0.964	0.981	(+) 5.066
	Mâles	0.0027	3.260	Pt = 0.0027Lt ^{3.26}	0.946	0.972	(+) 4.640

b: coefficient d'allométrie, (souvent voisin de 3); a: constante; R²: coefficient de détermination; r: coefficient de corrélation; (+) allométrie majorante; | t | cal: test de comparaison de 2 pentes.

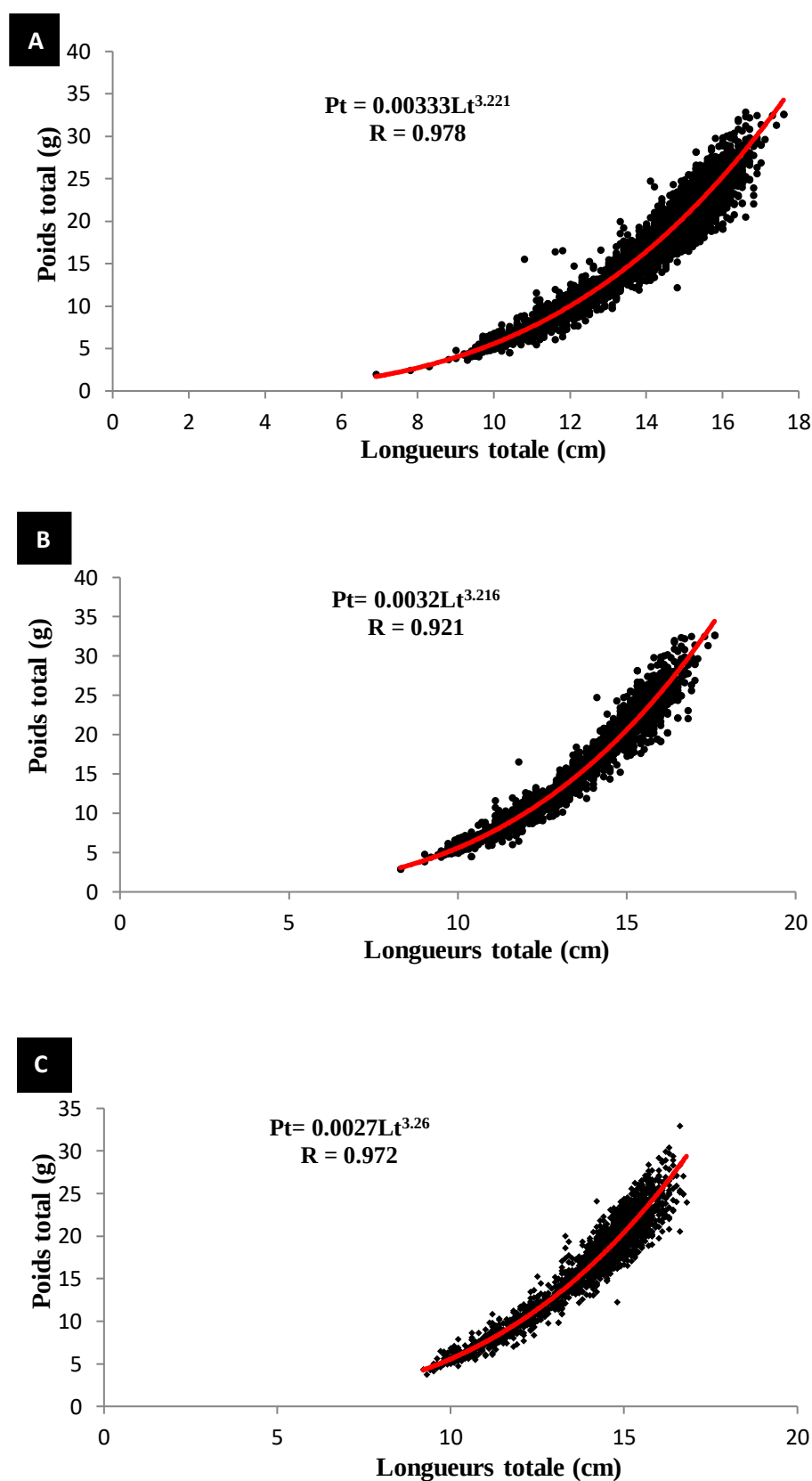


Figure 32: Relation taille-poids chez la population totale (A), des femelles (B) et de des mâles (C) d'*E. encrasicolus* pêché dans le golfe d'Annaba.

3.3.4. Croissance pondérale.

Le tableau 11 représente les équations obtenues à partir de la combinaison des paramètres de croissance (L_{∞} , K et t_0) grâce à la méthode indirecte et au coefficient d'allométrie de la relation taille-poids. C'est à partir de l'équation de croissance de Von Bertalanffy $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t - t_0)}]$ et de la relation d'allométrie de type: $P_{\infty} = a (L_{\infty})^b$ que nous avons obtenu l'expression de croissance pondérale $P_t = P_{\infty} [1 - e^{-k(t - t_0)}]^b$.

Tableau 11: Représentation des paramètres de l'équation de croissance pondérale chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba. P_{∞} , Poids asymptotique; K , t_0 , paramètres de l'équation de Von Bertalanffy; b , coefficient d'allométrie.

	P_{∞} (g)	$P_t = P_{\infty} [1 - e^{-k(t - t_0)}]^b$	$P_{t_{Max}}$ (g)
Population totale	35.74	$P_t = 35.74 [1 - e^{-0.6(t - (-0.008))}]^{3.221}$	33.1
Femelles	36.61	$P_t = 36.61 [1 - e^{-0.55(t - (-0.016))}]^{3.216}$	33.1
Mâles	29.66	$P_t = 29.66 [1 - e^{-0.66(t - (-0.004))}]^{3.26}$	28.2

P_t : poids total du poisson à l'âge t ; P_{∞} : Poids asymptotiques; $P_{t_{Max}}$: Poids total maximal échantillonné; K : coefficient de vitesse de croissance; t_0 : âge théorique.

Le poids asymptotique P_{∞} chez la population totale, les femelles et les mâles, obtenu à partir de la méthode indirecte est supérieur au poids total maximal échantillonné. On observe que la population des femelles atteint un poids asymptotique plus élevé que celui de la population mâle et proche de celui de la population totale (Tab. 11).

Les courbes théoriques de croissance pondérale de nos anchois montrent que le poids des femelles est plus élevé que celui des mâles en suivant la même évolution de croissance allant vers un poids asymptotique P_{∞} (Tab. 11, Fig. 33).

Les représentations graphiques de la croissance pondérale, obtenues à partir de la méthode indirecte révèlent des différences de croissance entre les mâles et les femelles à partir de la 1^{ère} année de vie chez *E. encrasicolus*. Les gains en poids sont plus marqués chez les mâles durant les âges 1 et 2 ans avec un écart de poids de 0.42g et 0.74g, cette différence entre les 2 sexes est faible au début de la vie du poisson puis augmente avec l'âge mais en faveur des femelles pour atteindre 1.87 g à 4 ans (Tab. 12, Fig. 33).

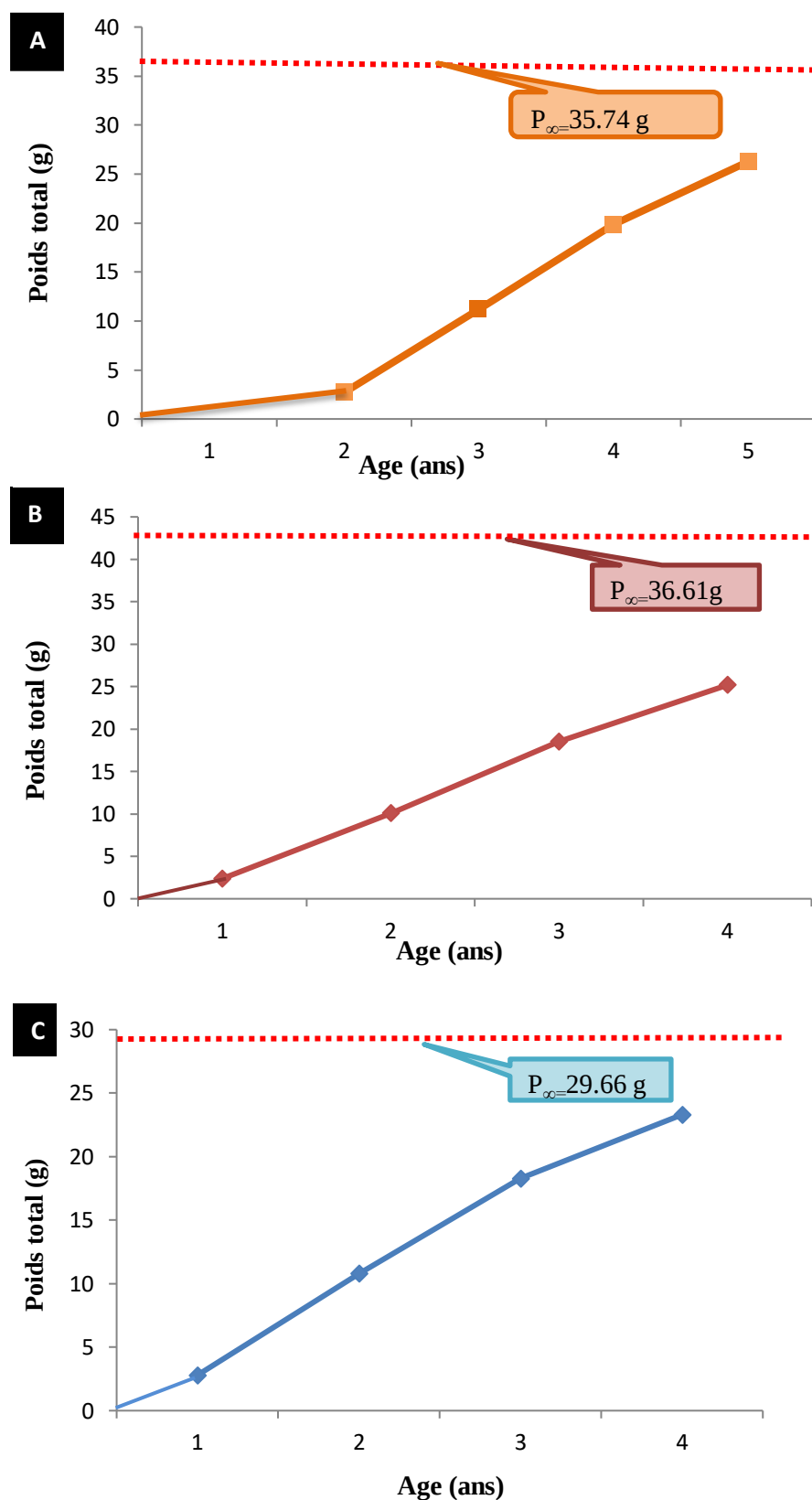


Figure 33: Courbes théoriques de croissance pondérale d'*E. encrasicolus* pêchées dans les eaux du golfe d'Annaba. (A) la population totale, (B) des femelles et (C) des mâles.

3.3.5. Accroissement pondéral théorique

Les valeurs du Pt théorique et de l'accroissement pondéral théorique correspondant à chaque âge chez *E. encrasicolus* ont été calculés pour la population totale ainsi que pour les mâles et les femelles.

Chez la **population totale** l'accroissement pondéral est de 2.69 g durant la 1^{ère} année de vie. La croissance en poids est accélérée au cours des 2^{ème} et 3^{ème} année avec des gains respectifs de 8.49 g an⁻¹ et de 8.66 g an⁻¹. A partir de la 4^{ème} année, l'accroissement pondéral des anchois diminue pour atteindre 6.43 g an⁻¹ (Tab. 12, Fig. 34).

Chez les **femelles** l'accroissement pondéral commence avec un poids de 2.37 g durant la 1^{ère} année de vie. La croissance en poids augmente rapidement au cours de la 2^{ème} et la 3^{ème} année avec des gains respectifs de 7.68 g an⁻¹ et de 8.47 g an⁻¹. A partir de la 4^{ème} année, l'accroissement pondéral des anchois diminue pour atteindre 6.65 g an⁻¹ (Tab. 12, Fig. 34).

Contrairement aux femelles l'accroissement pondéral chez les **mâles** est de 2.79 g au cours de la 1^{ère} année. La croissance en poids s'élève rapidement au cours de la 2^{ème} avec des gains respectifs de 8 g. Après il diminue à partir de la 3^{ème} année jusqu'à la 4^{ème} année pour atteindre un accroissement pondéral de 5.02 g an⁻¹ (Tab. 12, Fig. 34).

Tableau 12: Représentation des valeurs du poids théorique et de l'accroissement pondéral théorique chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba.

	Age (an)	Pt théoriques (g)	Accroissement pondéral (g an ⁻¹)
Population totale	1	2.69	2.69
	2	11.18	8.49
	3	19.84	8.66
	4	26.27	6.43
Femelles	1	2.37	2.37
	2	10.05	7.68
	3	18.52	8.47
	4	25.175	6.65
Mâles	1	2.79	2.79
	2	10.794	8
	3	18.277	7.48
	4	23.305	5.02

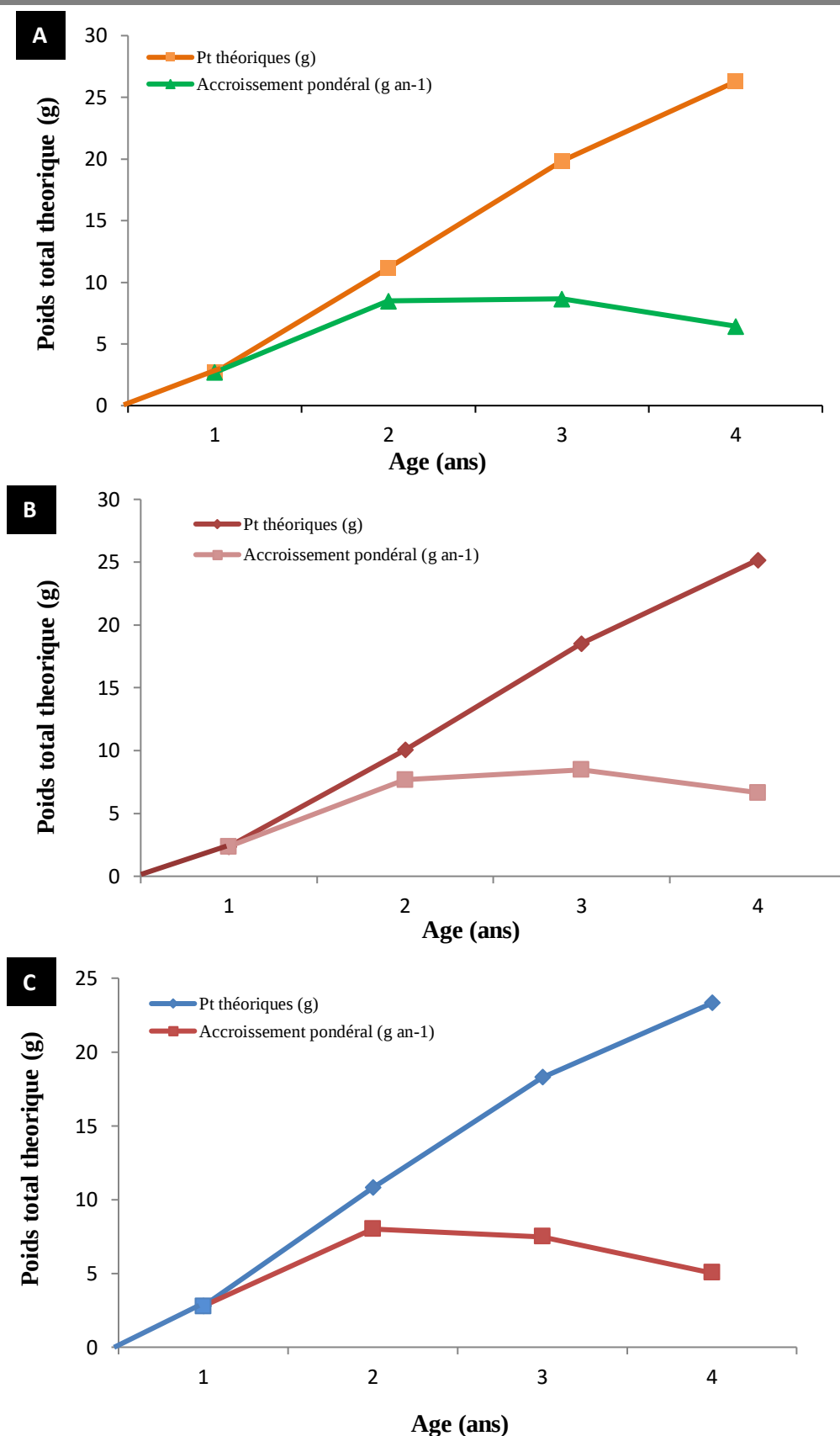


Figure 34: Courbes de croissance pondérale théorique et de l'accroissement pondéral théorique chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba. (A) la population totale, (B) des femelles et (C) de des mâles.

3.4. Etudes de l'exploitation

Le golfe d'Annaba recèle un potentiel halieutique non négligeable en effet, entre 2006 et 2016 le rendement total de la pêche dans le port d'Annaba est dominé par les poissons bleus surtout les petits pélagiques (PP). Leurs tonnages sont passés de 5301.1 en 2006 à 4274.6 en 2016 (Fig. 35).

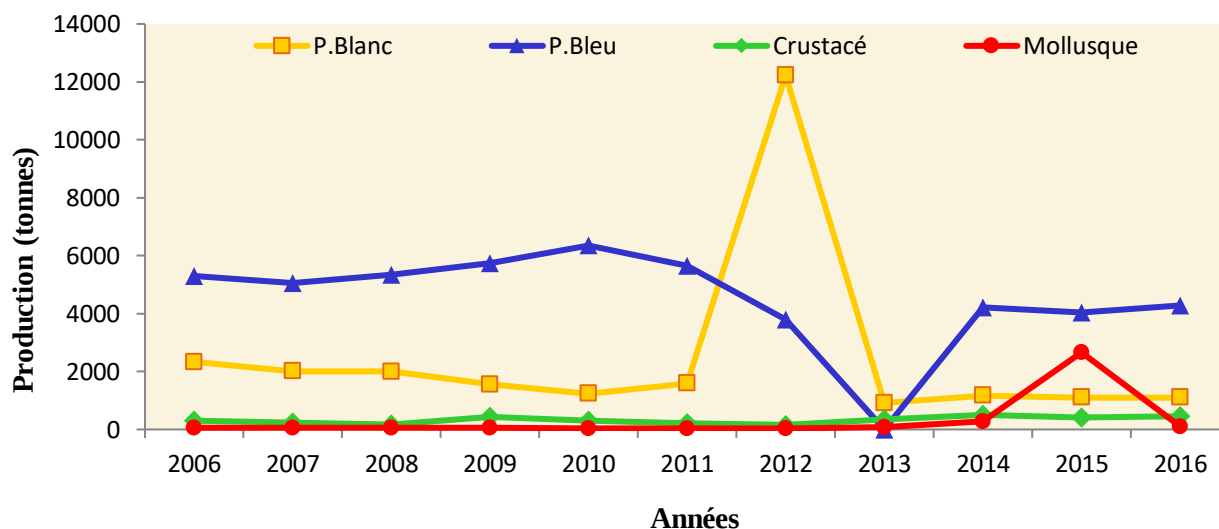


Figure 35: Rendement annuel en tonnes par groupes d'espèces débarquées au port de pêche d'Annaba entre 2006 et 2016.

Les ressources de PP parmi ont contribué à l'accroissement, puis au maintien de la production. En 2016 l'anchois *E. encrasicolus* n'a représenté que de 2.5% de tous les débarquements de PP (Fig. 36). Ce faible rendement est constaté surtout à partir de 2012 (Fig. 37) (voir détails des données de production en annexe 1).

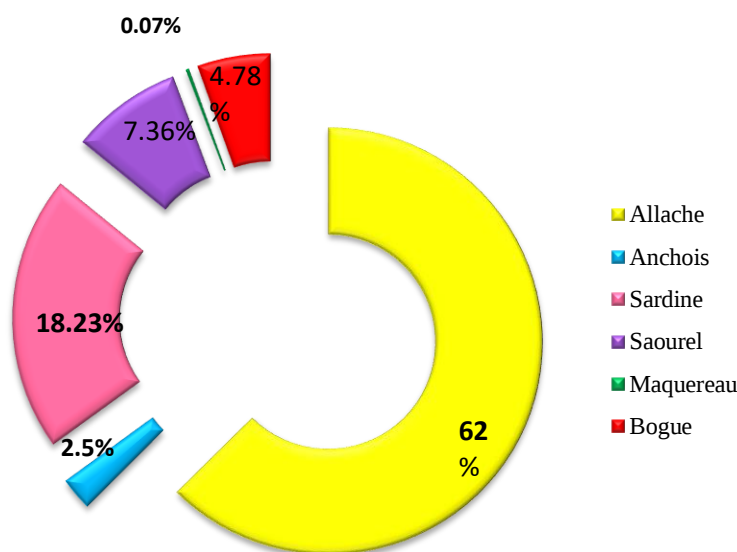


Figure 36: Production des captures des petits pélagiques du port d'Annaba en 2016.

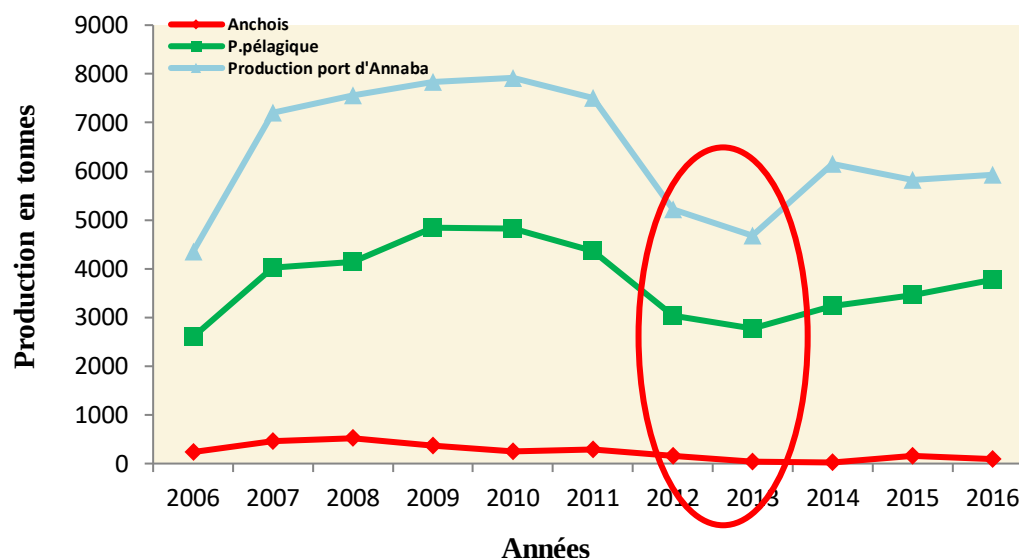


Figure 37: Production des captures d'anchois, des petits pélagiques et la production totale du port d'Annaba de 2006 à 2016.

3.4.1. Détermination des paramètres de l'exploitation

3.4.1.1. Estimation de la mortalité totale (Z).

La valeur du coefficient de mortalité totale (Z) de l'ensemble de la population ainsi que pour les 2 sexes est estimée à l'aide du logiciel FiSAT II (Gayanilo *et al.*, 2005) à partir de la distribution de fréquence de taille et donc des paramètres de croissance définis précédemment. Selon les préconisations de Sparre et Venema (1998), des observations sont exclues de la régression de la courbe de captures linéarisée. Les 1^{ères} classes de tailles forment la partie ascendante de la courbe. Ces poissons ne sont pas encore pleinement recrutés pour la pêche. Les classes de tailles les plus grandes sont également exclues pour 2 raisons, les faibles effectifs des échantillons et à mesure qu'on s'approche de L_{∞} , la relation entre l'âge et la longueur devient incertaine.

Chez la **population totale**, dont d'*E. encrasicolus* les paramètres de croissance sont $L_{\infty} = 21.58$ et $K = 0.6$, le Z retenu correspond à 2.31 an^{-1} (Fig. 38A).

Chez les **femelles** d'anchois les paramètres de croissance sont: $L_{\infty} = 18.28$ et $K = 0.55$ donnent une valeur de Z de 2.2 an^{-1} (Fig. 38B).

En revanche, chez les **mâles** avec les paramètres de Von Bertalanffy: $L_{\infty} = 17.36$ et $K = 0.66$ donnent une mortalité totale (Z) de 1.33 an^{-1} (Fig. 38C).

Ces résultats se rapprochent le plus de la réalité du fait que la méthode que nous avons utilisé contourne les difficultés associées à l'évaluation des âges, qui à leurs tours peuvent affecter le taux de mortalité totale (Z).

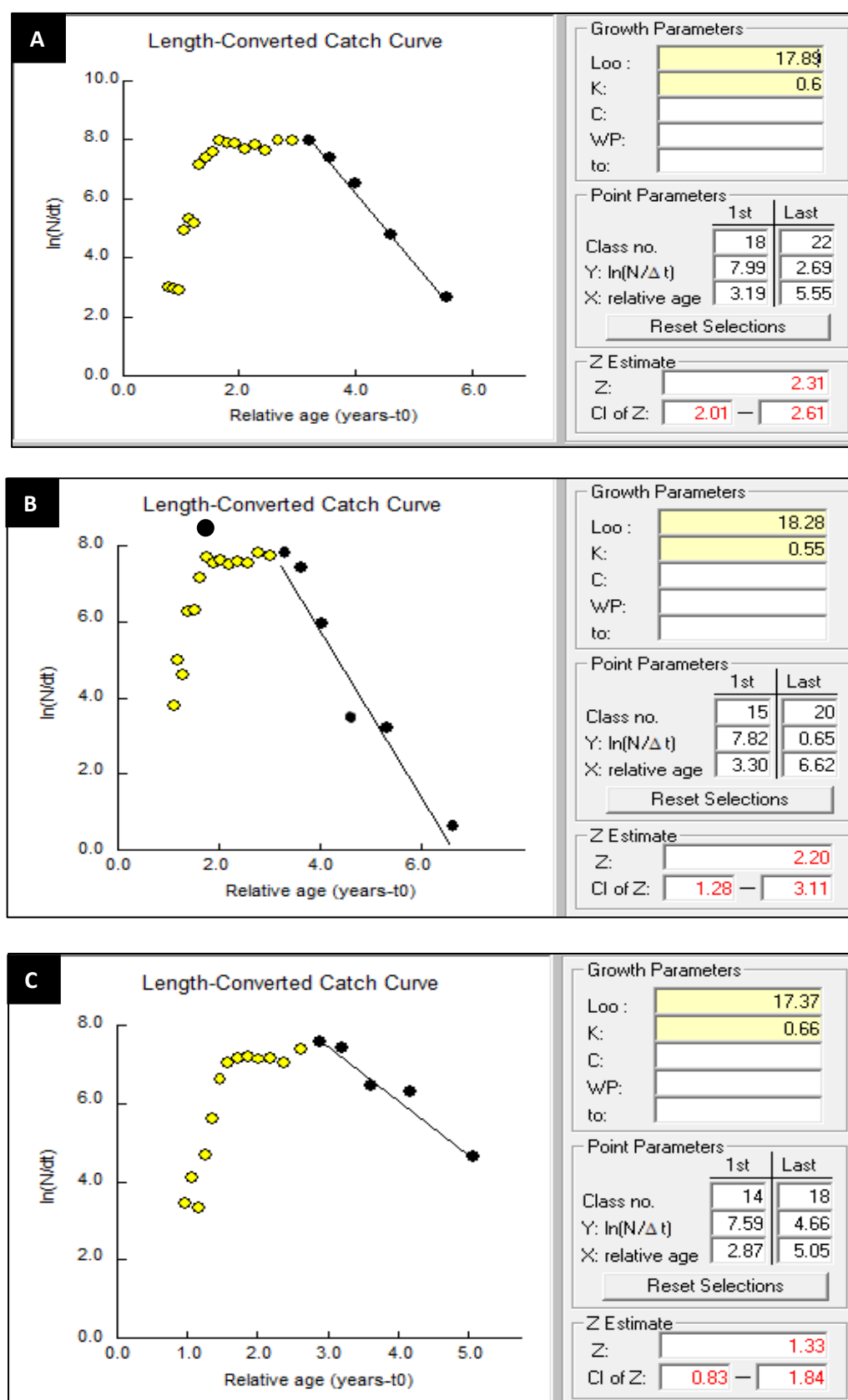


Figure 38: Calcul de Z par la courbe de captures selon les longueurs chez *E. encrasicolus*. (A) la population totale, (B) des femelles et (C) de des mâles (FiSAT II, Gayanilo *et al.* (2005)). Point noir: points inclus dans le calcul de la régression.

3.4.1.2. Estimation de la Mortalité naturelle (M).

A partir des paramètres de croissance définis précédemment et une température moyenne de 19 °C (Kadri, 2015), la valeur de M est évaluée selon 2 méthodes:

La mortalité naturelle M estimée par la méthode de Djabali *et al.* (1993) donne un coefficient de: 0.56 an⁻¹ chez la population totale, 0.56 an⁻¹ chez les femelles et 0.62 an⁻¹ chez les mâles. Ces valeurs doublent quand applique l'équation de Pauly (1980) qui donnent respectivement : 1.23, 1.15 et 1.32 an⁻¹ (Fig. 39C, Tab. 13).

Tableau 13: Taux de mortalité naturelle (M) d'*E. encrasicolus* selon 2 méthodes.

Sexes	Mortalité naturelle M (an ⁻¹)	
	Méthode de Djabali <i>et al</i> (1993)	Méthode de Pauly (1980)
Population	0.56*	1.23
Femelles	0.56	1.15
Mâles	0.62	1.32

* valeur de M retenue pour l'exploitation.

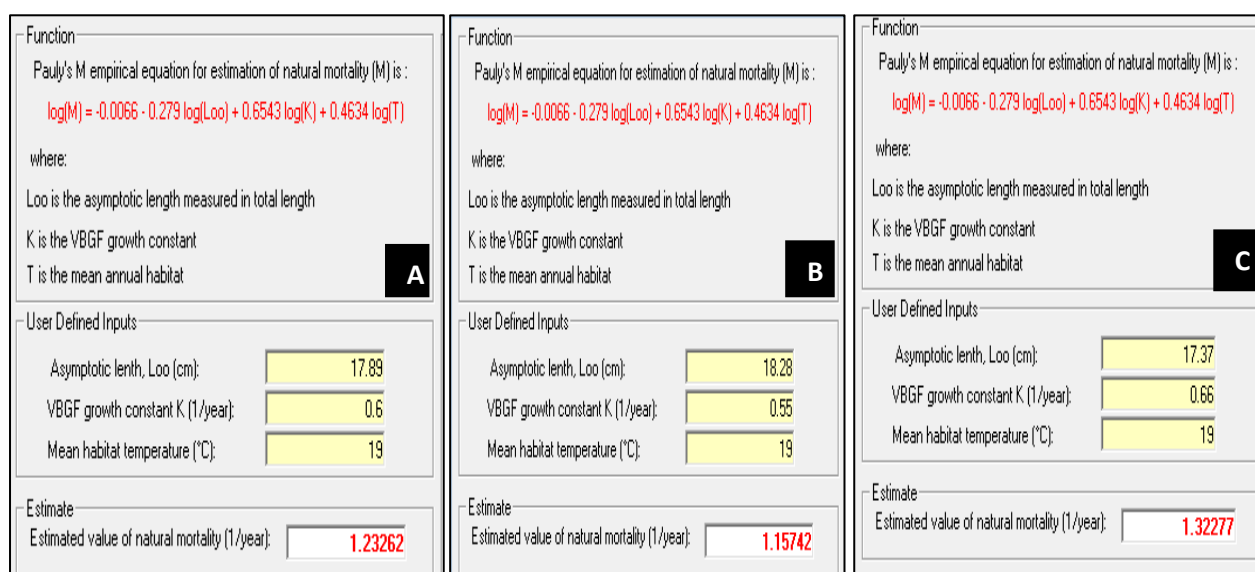


Figure 39: Estimation de la mortalité naturelle M selon la méthode de Pauly (1980) chez *E. encrasicolus*. (A) population totale, (B) femelles et (C) mâles.

Nous avons opté pour la méthode de Djabali *et al.* (1993) car c'est une équation qui a été établie sur la base des paramètres de croissance et de mortalité de 56 stocks de poissons vivant en **Méditerranée**, elle ne tient pas compte de la température des eaux. Ce choix est appuyé par les résultats des travaux du groupe CGPM, (1981) ayant travaillé sur les clupéidés de Méditerranée.

3.4.1.3. Estimation de la mortalité par pêche (F)

Le coefficient de mortalité par pêche (F) calculé à partir des valeurs des mortalités Z et naturelle M **Djabali et al. (1993)**: $F=Z-M$ est de 1.75 an^{-1} chez la population totale, 1.64 an^{-1} chez les femelles et de 0.71 an^{-1} chez les mâles.

3.4.1.4. Estimation du taux d'exploitation (E)

Le taux d'exploitation (E) calculé à partir de la mortalité par pêche (F) et la mortalité totale (Z) est de : $E = F/Z = 0.76 \text{ an}^{-1}$ chez la population totale, 0.74 an^{-1} chez les femelles et de 0.53 an^{-1} chez les mâles.

3.4.1.5. Estimation de la taille de captures

Les probabilités de captures P en fonction des centres de classe de taille (cm) obtenues par le logiciel FiSAT II (Gayanilo et al., 2005) (Fig. 40), permettent l'estimation graphique de L_{25} , L_{50} et L_{75} chez la **population totale**, elle montre que les tailles de 1^{ères} captures L_{25} , L_{50} et L_{75} sont respectivement de 6.78, 9.57 et 12.36 cm. Ainsi la taille moyenne de 1^{ère} capture L_{50} déterminée est de 9.57 cm pour des longueurs extrêmes des anchois allant de 6.9 à 17.8 cm et l'âge de 1^{ère} capture (tc) de ces poissons < 1 an (0.91 an) (Fig. 40).

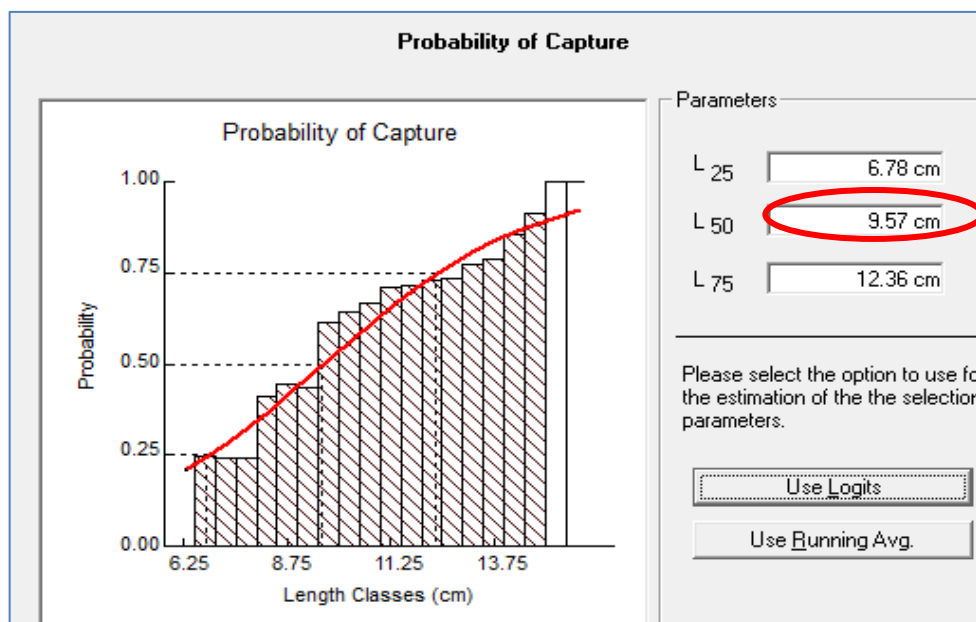


Figure 40: Calcul des probabilités de captures à partir de la partie ascendante de la courbe de captures de la population totale d'*E. encrasicolus* pêchée dans le golfe d'Annaba FiSAT II (2005).

Chez les **femelles** d'anchois les probabilités de capture estimées à partir de la partie ascendante de la courbe de capture donne les tailles de 1^{ère} captures L_{25} , L_{50} et L_{75} sont

respectivement de 8.25, 9.45 et 11.79 cm. Donc la taille 1^{ère} capture L_{C50} de 9.45 cm et l'âge de 1^{ère} capture (t_c) de ces poissons est au alentours d'1 an (0.98 an) (Fig. 41).

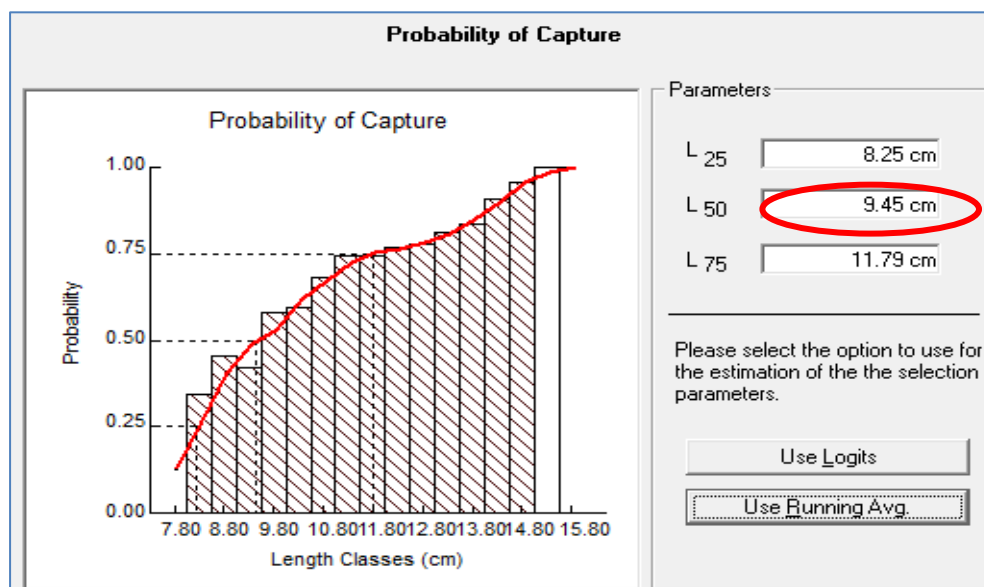


Figure 41: Calcul des probabilités de captures à partir de la partie ascendante de la courbe de captures des femelles d'*E. encrasicolus* pêchée dans le golfe d'Annaba FiSAT II (2005).

Chez les **mâles** d'anchois les probabilités de capture estimées à partir de la partie ascendante de la courbe de capture associent les tailles de 1^{ères} captures L_{C25} , L_{C50} et L_{C75} à respectivement 8.26, 9.92 et 11.48 cm. La taille 1^{ère} capture L_{C50} de 9.92 cm et l'âge de 1^{ère} capture (t_c) de ces poissons est < 1 an (0.91 an) (Fig. 42).

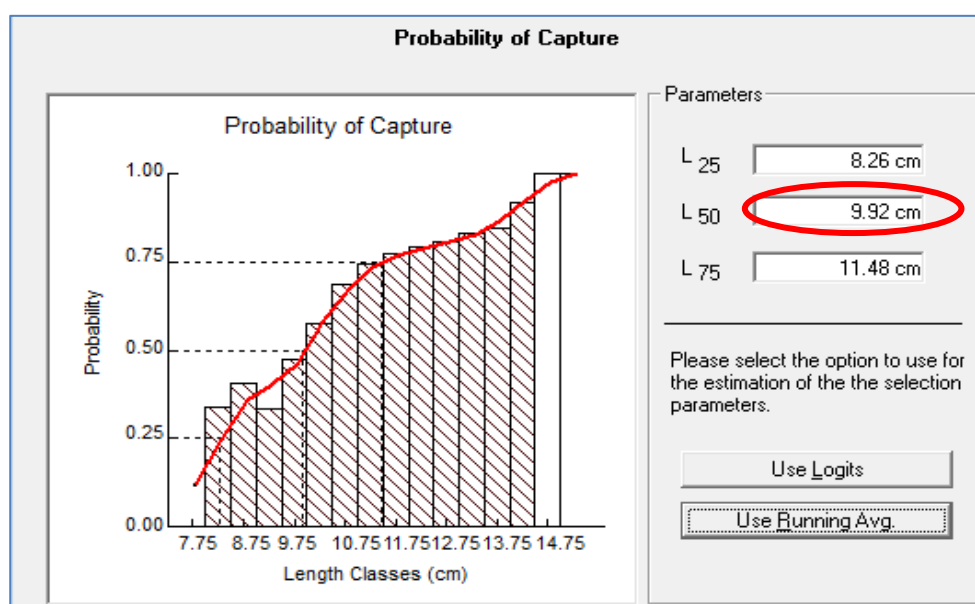


Figure 42: Calcul des probabilités de captures à partir de la partie ascendante de la courbe de captures des mâles pêchées dans le golfe d'Annaba FiSAT II (2005).

3.4.2. Estimation du niveau d'exploitation par le calcul du rendement et de la biomasse par recrue (Y/R) par la méthode de Beverton et Holt, (1966).

Pour l'estimation du niveau d'exploitation on introduit les paramètres de croissance linéaire de Von Bertalanffy (L_{∞} , K) ainsi que le taux d'exploitation E et la taille de 1^{ère} capture $L_{c\ 50}$ de la **population totale**, ces derniers sont repris dans le tableau 14 et utilisés pour le calcul du rendement relatif par recrue (Y'/R) et de la biomasse relative par recrue (B'/R).

Tableau 14: Paramètres de croissance et indices d'exploitation pour le calcul de (Y'/R) et de (B'/R).

Anchois <i>E. encrasicolus</i>						
L_{∞} (cm)	K (cm/an)	Z (an ⁻¹)	M (an ⁻¹)	F (an ⁻¹)	E	L_c (c)
17.89	0.6	2.31	0.56	1.75	0.76	9.57

Les résultats obtenus permettent de construire les diagrammes des isoplètes de rendement et biomasse (Figs. 43 et 44). Les graphiques sont dressés pour une série de valeurs de M/K afin de déterminer le rendement relatif par recrue et la biomasse relative par recrue en fonction du taux d'exploitation E selon différentes valeurs de L_c/L_{∞} comme le préconisent Beverton et Holt, 1966 (*in* Gayanilo *et al.*, 2005). Les différentes couleurs correspondent à des rendements et biomasses relatifs par recrue.

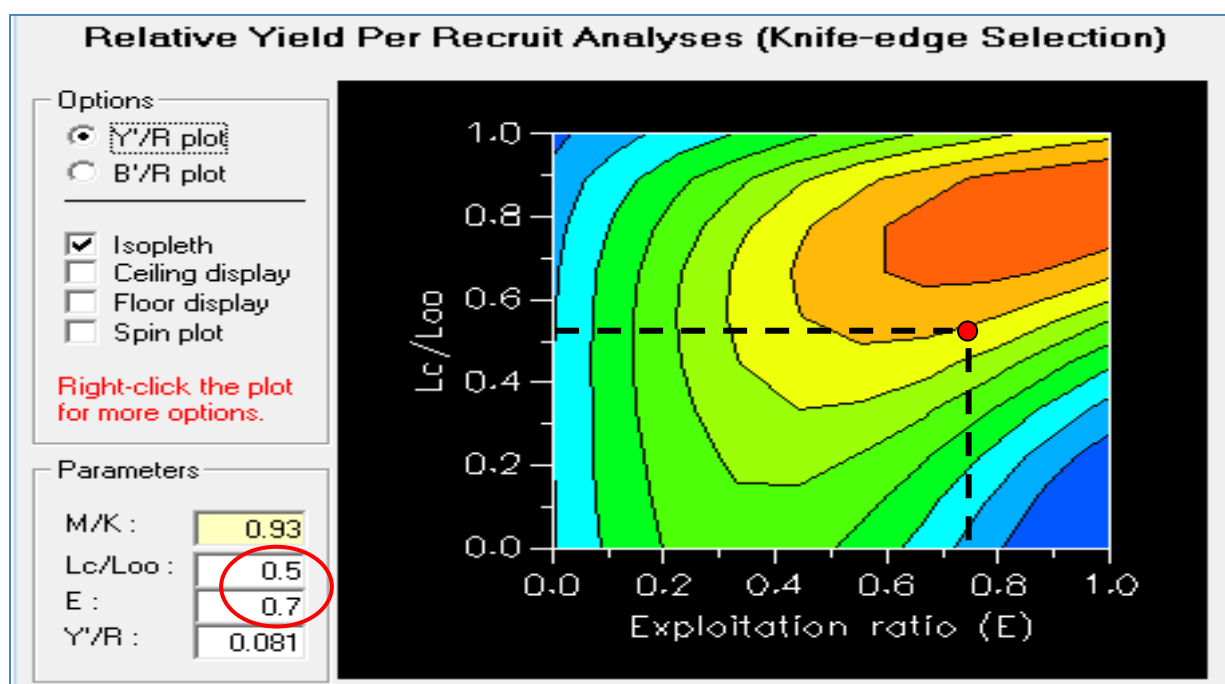


Figure 43: Isoplètes du rendement relatif par recrue (Y'/R) chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba avec $E = 0.76$ et $M = 0.56 \text{ an}^{-1}$ (Modèle de Beverton et Holt, (1966)).

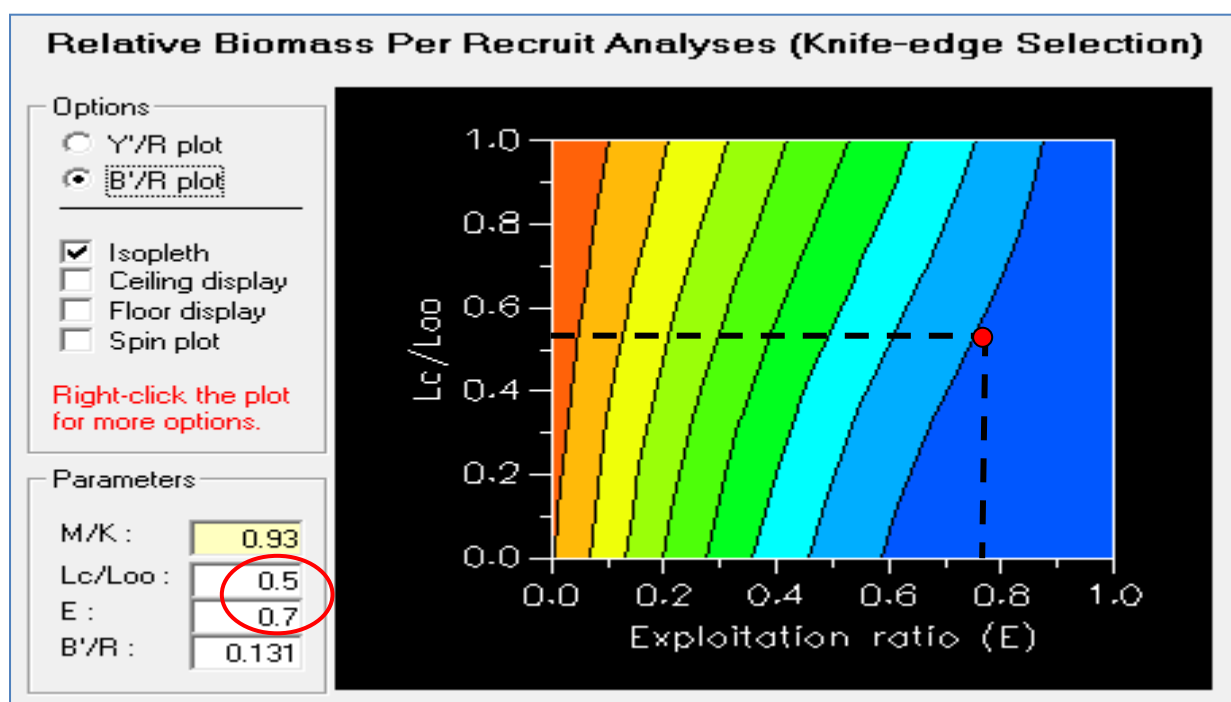


Figure 44: Isoplètes de la biomasse relative par recrue (B'/R) chez *E. encrasicolus* pêché du golfe d'Annaba avec $E = 0.76$ et $M = 0.56 \text{ an}^{-1}$ (Modèle de Beverton et Holt, (1966).

Le rendement relatif par recrue (Y'/R) est de 0,081 g chez l'anchois avec une taille de 1^{ère} capture de 9.57 cm et une biomasse relative actuelle (B'/R) de 0,131g pour un effort de pêche de $E_{\text{actuel}} = 0.76$.

Les isoplètes de rendement ont placé la pêcherie d'anchois étudiées dans le quadrant C en se basant sur l'interception de $(L_c/L_\infty) = 0.53$ et de $E_{\text{actuel}} = 0.76$ (Fig.43).

La biomasse relative par recrue baisse quand E et le rapport L_c/L_∞ augmentent. Le tableau 15 récapitule les valeurs de (Y'/R) et (B'/R) pour les différents taux d'exploitation.

Tableau 15: Rendement et biomasse relatifs par recrue en fonction du facteur E chez l'anchois.

E	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Y'/R	0.025	0.046	0.063	0.076	0.083	0.085	0.081	0.071	0.056	0.040
B'/R	0.844	0.696	0.557	0.430	0.315	0.215	0.131	0.067	0.024	0

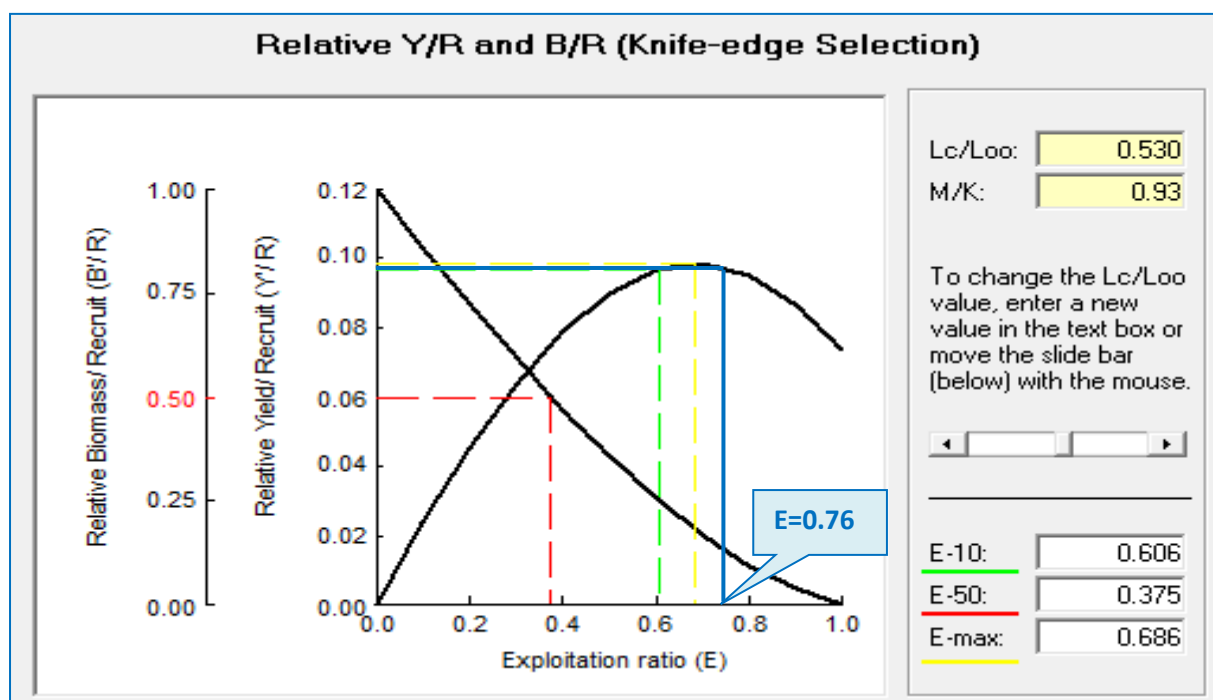


Figure 45: Courbes eumétriques de l'anchois *E. encrasicolus* avec $E = 0.76$ et $M = 0.56 \text{ an}^{-1}$ (Modèle de Beverton et Holt, (1966)).

Chez l'anchois du golfe d'Annaba la valeur $E-max=0.686$, représente une biomasse productive maximale de 0.844 g, celle de $E-10$, taux d'exploitation pour une augmentation de (Y'/R) de 10% représente est de 0,606 et $E-50$, valeur sous laquelle le stock a été réduit de 50% de sa biomasse inexploitée = 0.375. La courbe de la biomasse relative diminue progressivement avec l'augmentation du niveau d'exploitation révélant un taux E actuel = 0,76 supérieur à $E_{max} = 0,686$ et $E-50 = 0.375$, ce résultat place l'exploitation du stock d'*E. encrasicolus* en état de surpêche (Fig. 45). Pour une gestion rationnelle le taux d'exploitation devrait être réduit de 0.76 à 0.375 (51%) pour maintenir la biomasse du stock reproducteur.

4. DISCUSSION

4. DISCUSSION

Chez L'anchois, *Engraulis encrasicolus* nous avons étudié la morphométrie en mesurant les 2 caractères méristiques et métriques, la reproduction à travers l'estimation du sex-ratio, l'observation des différents stades gonadiques, le calcul du RGS, RHS et de l'indice de condition K avant d'estimer les âges puis déterminer les paramètres de croissance. Enfin, nous avons évalué les mortalités totale, naturelle et par pêche avant d'apprécier par un logiciel spécifique l'état d'exploitation de l'anchois.

Les caractères **morphologiques** jouent un rôle important dans l'étude de la structuration des stocks et leurs identifications. Les mesures des caractères métriques et méristiques nous ont permis de situer l'anchois du golfe d'Annaba de l'Est Algérien par rapport à celui pêché dans d'autres régions de la mer méditerranée et de l'atlantique. Pour cela nous avons abordé l'analyse des vertèbres.

Parmi les caractères méristiques nous avons évalués le nombre de vertèbres et les bronchiospines > et <.

Pour ce qui des **vertèbres** chez *E. encrasicolus*, nos résultats montrent que leur nombre (NV) varie entre 43 et 46 avec une moyenne de 44.67 avec un mode 45.

Ces valeurs sont différentes de celles obtenues par certains auteurs qui ont étudié l'Anchois dans d'autres régions méditerranéennes. En effet, le NV retrouvé est dans certains cas est > au notre on a: 45,57 à Oran (Arrignon, 1966), 45.35 à Tunis (Quignard *et al.*, 1973), 45,83 dans la baie d'Alger (Hemida, 1987) et 45,56 à Ghazaouet (Benmansour, 2009).

D'autres chercheurs ont mis en évidence la présence, sur le pourtour de la mer Méditerranée, de populations ou races d'anchois caractérisées par une moyenne vertébrale nettement < à celles des deux grands « groupes » distingués par Fage (1920) dans cette mer (groupe oriental X : 45,13, M : 46 ; groupe occidental X : 45,76, M : 46).

Les variations du NV ne semblent pas évoluer avec la taille du poisson ce qui a conduit certains auteurs à mettre en évidence la présence, sur le pourtour de la méditerranée, de population ou race d'anchois caractérisée par une moyenne vertébrale nettement < à celle des deux « groupe » distingués par Fage (1920) avec NV = 46.85 et NV = 45.76.

Ainsi Lo Guidice (1922) a trouvé vers Venise une population présentant en moyenne 44,13 vertèbres chez les mâles et 44,08 chez les femelles et Juge (1971) dans le bassin de Thau (golfe du Lion) une autre population ayant en moyenne 44,33 vertèbres. De plus dans la Mer Noire on reconnaît 2 races ou sous-espèces différentes de celles de la mer Méditerranée par des moyennes vertébrales plus basses, *E. encrasicolus ponticus* X: 44,62 selon Alexandrov (1927), X: 44,55 selon Tortonese (1967) ; *E. e. maeoticus* X : 43,57 selon le premier auteur et X: 44,18 d'après le second (Quignard *et al.*, 1973)

Ainsi, le NV de l'Anchois pêché à Annaba est pratiquement comparable à ceux signalés par: Juge (1971) dans le bassin de Thau (golfe de Lion) avec 44,33, Lo Guidice (1922) à Venise avec 44,13 et à Bejaia où le NV est de 44.59 (Allaoui et Amaouche, 2016).

D'après Hemida (1987), le NV est en relation inverse avec les courants Atlantiques: il augmente avec la diminution de l'influence du courant Atlantique. Il est généralement admis que la moyenne vertébrale varie d'une façon inverse avec la température et d'une manière directe avec la salinité. D'après Letaconnoux (1954) et Benmansour (2009), le NV est en relation avec une variabilité phénotypique qui serait déterminée par des paramètres externes, notamment la température au premier stade du développement embryonnaire.

La variation de la moyenne du NV, qui n'excède guère une vertèbre, est due sans doute, au fait qu'il s'agit certainement d'individus éclos à des années très différentes au point de vue hydrologique. En effet, la composition vertébrale est affectée par les conditions de température auxquelles sont soumis les œufs au cours des premiers stades de développement embryonnaire (Monteiro, 1956). A cet égard, Blaxter (1958) réussit à modifier expérimentalement la moyenne vertébrale chez le hareng en faisant varier la température de l'eau pendant les premiers jours du développement larvaires. Il estime que les œufs se développant dans des eaux à température moyenne donnent naissance à des larves ayant un NV relativement faible alors que ceux qui se développent dans des eaux à températures extrêmes, hautes ou basses, donnent naissance à des larves à moyenne vertébrale élevée.

Ces théories reposent sur des expériences où seul le facteur température a été retenu et rien ne permet de dire que d'autres paramètres n'ont pas un rôle à jouer dans la détermination des caractères méristiques des espèces. Quoi qu'il en soit, le nombre vertébral sera toujours très précieux, car c'est un révélateur qui donne une traduction rapide et valable de différences biologiques profondes. Il a servi de point d'appui à la systématique et permis aux scientifiques de diviser les espèces, en variétés et races locales dans des conditions d'habitat bien définies.

Les caractères morphométriques donne à l'anchois peuplant le littoral d'Annaba une apparence proche de la race d'*Engraulis encrasicolus méditerranéus*.

Pour ce qui est des **branchiospine** chez l'anchois *E. encrasicolus* peu de travaux de recherche y ont été consacrés. Le nombre de branchiospines sur le 1^{er} arc branchial gauche varie entre 29 et 39 pour les branchiospines < et entre 24 et 31 pour les > avec des moyennes respectives de 34.76 et 28. Nos résultats sont proches de ceux trouvés en Tunisie dans le golfe de Tunis, Tabarka et Sfax respectivement avec 34.89 et 29.25, 34.89 et 29.17 et 34.94 et 29.5 (Quignard *et al.*, 1973).

Le nombre de branchiospines n'évolue pas au cours de la vie chez *E. encrasicolus*. Au-delà de 80 mm, le nombre de branchiospines est constant. De plus, il n'existe pas de différence du nombre de ces branchiospines entre les appareils de filtrations des populations méditerranéennes et celles de l'Océan Atlantique comme le montre Dessier en 2015.

Ce nombre a longtemps été considéré comme un caractère spécifique. En 1916, Regan a été le premier à mettre l'accent sur l'importance du dénombrement des branchiospines dans la détermination des sardines européennes. Il s'est basé sur ce caractère pour différencier en 2 sous-espèces distinctes les sardines atlantiques et méditerranéennes et en 1917, il a réussi à distinguer *Sardinella cameronensis* de *Sardinella maderensis*.

Andreu (1969), travaillant sur *Sardina pilchardus*, a montré que, pour des sujets de même taille, le nombre de branchiospines pouvait différer notablement d'une région à l'autre et qu'il paraissait d'autant plus grand que la productivité primaire du milieu était plus élevée; aux écosystèmes jeunes, riches en phytoplancton, correspondent des populations de sardines à nombre élevé de branchiospines ce qui serait favorable à un régime phytoplanctonophage.

Les travaux de Ghéon et Fontana (1981), réalisés sur les stocks de sardinelles *S. maderensis* des côtes Ouest africaines, montrent qu'il y a une corrélation positive entre la richesse des eaux et le nombre de branchiospines. Ces données publiées sur les sardinelles confirment ainsi dans l'ensemble et de manière très satisfaisante les hypothèses émises par Andreu en 1969 sur *S. pilchardus*.

Les paramètres métriques ont été mesurés chez les mâles, les femelles et chez la population totale. L'ensemble des paramètres métriques sont très hautement corrélés avec la taille totale (Lt) ou avec la longueur céphalique (Lc) du poisson, ils présentent des coefficients

de corrélation très proches de 1. Les 5 caractères: Lf, Do, LPo, Hpc, LPd métriques sur les 14 retenus: Ls, Lf, LPa, LPP, Lpp, LPo, Lpo, Do, Lm, LPd, Lc, Hc, Hpc et Ec) croient au même rythme, nous sommes en présence d'une allométrie de croissance isométrique.

En outre 5 caractères présentent une croissance accélérée, leur allométrie de croissance est donc majorante il s'agit de: Ls, Hc, Ec, Lpo, LPa et les 4 caractères Lc, Lmax, LPP et Lpp présentent une croissance ralentie par rapport à la taille c'est une allométrie minorante.

Concernant le mode de croissance des différentes parties du corps de l'anchois on note une différence par rapport à celui retrouvé par Benchikh *et al.*, (2013) qui avaient travaillé dans la même zone d'étude en 2012 et montrent que la majorité des caractères mesurés présentaient également une isométrie de croissance. Ce constat montre que la croissance morphologique est tributaire comme le signale Kartas en 1981, du climat et ses changements et varie d'une année à l'autre. Ainsi au cours du développement d'un organisme, les diverses parties du corps peuvent croître comme le montre Panfili *et al.* (2002) à des vitesses différentes.

Pour ce qui est du ralentissement puis de l'arrêt de la croissance du diamètre orbitaire de l'œil, il s'agit d'un phénomène connu et rencontré chez tous les Téléostéens qui peut néanmoins varier sensiblement selon la taille, le sexe et la provenance Dwivedi (1964).

L'anchois, *E. encrasicolus* qui est un Téléostéen pélagique abondant le long du golfe d'Annaba où il est capturé toute l'année. Les échantillons que nous avons obtenus mesuraient de 6.9 à 17.8 cm avec une moyenne de 13.72 cm.

Chez cette espèce, il n'existe pas de caractère sexuel secondaire apparent qui permet de distinguer les mâles des femelles. Le sexe est déterminé alors après dissection et observation macroscopique des gonades. La proportion des sexes est directement liée à la reproduction, en effet, plus le rapport entre les mâles et les femelles est proche de l'équilibre, plus la reproduction comme le montre Legendre (1991) est meilleure.

Chez *E. encrasicolus*, le sex-ratio est globalement constant ($SR = 0.56 : 1$) avec une différence significative. Les taux féminité est $>$ à celui du taux de masculinité, avec respectivement 59.1% et 33.5%. Ces résultats sont comparables avec ceux trouvés chez la même espèce dans le golfe de Skikda dans l'Est Algérien (Mezedjri *et al.* (2008; 2013), les côtes italiennes (Manzo *et al.* (2013)) et mauritaniennes (Ba (1988)). Des données similaires sont rapportées chez l'anchois du Pérou, *Engraulis ringens* (Alheit *et al.*, 1984) et celui de

Californie, *Engraulis mordax* (Klingbeil, 1978; Parrish *et al.*, 1986) où les femelles dominent nettement dans les prises.

Contrairement à ceux trouvés chez la même espèce où le $SR = 1$, le taux de féminité et de masculinité sont presque égaux aussi bien en Méditerranée (Giraldez et Abad, 1995; Sinovčić, 2000; Gaamour *et al.*, 2004; Khemiri et Gaamour, 2009; Morello et Arneri, 2009; Ladaimia *et al.*, 2016) qu'en Atlantique (Millàn, 1999).

La limitation de la taille de la population dépend de la quantité d'œufs et non pas de la quantité de sperme, c'est du nombre de femelles dans la population que dépend celui des prochaines recrues. Ce constat signalé en 1966 par Williams, permet de considérer le sex-ratio comme un outil fondamental dans le déterminisme de la taille de la population des espèces sexuées.

L'étude du sex-ratio en fonction des paramètres métriques comme **la taille** et du temps comme **les saisons**, permet de régir les variations de ce dernier. Pecquerie (2007) admet qu'à la naissance le sex-ratio = 1 puis il varie selon le sexe, l'âge, les saisons et les aires de ponte ou de nutrition.

La répartition du sex-ratio **en fonction de la taille** d'*E. encrasicolus*, indique une dominance des femelles dans les petites et dans les grandes classes de taille. Cette caractéristique biologique semble être une règle générale chez les clupéiformes car elle a été observée chez l'anchois de la baie de Cadix, *Engraulis encrasicolus* (Millan, 1999) et l'anchois des côtes tunisiennes, *Engraulis encrasicolus* (Kartas, 1981 et Khemiri, 2006), chez l'anchois du Pérou, *Engraulis mordax* (Parrish *et al.*, 1986) et chez la **sardine** par Lee (1961a), Bouchereau (1981), Kartas (1981), Belvèze (1984), Perez *et al.* (1985), Abad et Giraldez (1993), par Amenzoui *et al.*, (2006) par Khemiri (2006) et chez la **sardinelle** ronde *Sardinella aurita* (Milton *et al.*, 1994 et Gaamour, 1999); la sardinelle plate, *Sardinella maderensis* (Boely, 1979 et Milton *et al.*, 1994) et la sardinelle du Venezuela (Fréon *et al.*, 1997).

La dominance des femelles dans les classes de petites tailles pourrait provenir d'un développement plus précoce des ovaires qui de ce fait seraient plus facilement reconnaissables que les testicules. La supériorité numérique des femelles dans les classes de grandes tailles peut être le résultat de plusieurs facteurs dont les plus plausibles seraient une plus grande longévité et une croissance plus rapide des femelles, une vulnérabilité plus

importante vis-à-vis des engins de pêche ou encore des mouvements migratoires différents de ceux des mâles (Khemiri 2006) et une mortalité naturelle différente selon le sexe. Ces suggestions sont partagées par plusieurs auteurs parmi les quels Giraldez et Abad (1995); Millàn (1999); Ouattara *et al.* (2008), Garcia et Albaret(1977); Parrish *et al.* (1986). Mais l'hypothèse la plus plausible serait la migration. En effet, le déplacement spatio-temporel des anchois affecte différemment toutes les classes de taille (Marchal, 1993).

L'analyse temporelle du **sex-ratio** de l'anchois *E. encrasicolus* en **fonction du temps** révèlent une supériorité du taux de féminité sur les 7 mois de l'année de mars à septembre correspondant aux sex-ratios où il y'a une dominance des femelles aux printemps coïncidant avec la période de ponte et en été contre une dominance des mâles en automne et en hiver.

La proportion numérique des femelles est > à celle des mâles toute l'année avec une légère augmentation automnale et hivernale des mâles. Ce cas peut être expliqué par le fait que les femelles sont plus vénérables à la capture que les mâles en se rapprochant de la zone côtière pour frayer. En général, beaucoup d'espèces de petits pélagiques sont d'une capture plus facile quand ils se rassemblent pour se reproduire (Holden et Raitt (1974).

Pecquerie (2007) note que le sex-ratio est le reflet de mécanismes d'ajustement régies par la disponibilité en nourriture et donc de la densité. Dans le cas où la nourriture est abondante et la population en diminution, on constate plus de femelles que des mâles (tactiques). Si la nourriture est moins abondante et/ou la population élevée, on a souvent plus de mâles que de femelles.

Les fluctuations saisonnières du sex-ratio sont la conséquence de 3 principaux mécanismes:

- Les aléas dus à l'échantillonnage, notamment l'action sélective des engins de pêche.
- Les mécanismes d'ajustement de la structure d'une population à chaque modification de l'environnement surtout les variations de la qualité et de la quantité de nourriture disponible dans le milieu (Nikolsky, 1969). Ces dernières sont parmi les causes essentielles des fluctuations saisonnières du sex-ratio au sein de la population peuplant le golfe d'Annaba, notamment en période de reproduction.
- La protection des progénitures est appuyée par une grande présence des mâles notamment par la mise en place de nids de ponte contre la prédation. Ce constat est signalé par Luttbeg et Warner (1999).

L'étude du cycle sexuel chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba a été établie sur la base de nombreux critères: morphologiques, pondéraux et microscopiques. Cela nous a permis de caractériser les principales phases évolutives de son cycle reproducteur.

Pour évaluer les différents stades de maturité sexuelle nous avons utilisé l'échelle de Fontana (1969) axée sur l'observation de l'état externe des gonades: taille, couleur, consistance, volume, forme, vascularisation et visibilité des ovocytes et des spermatozoïdes.

Cette échelle, basée sur l'étude des sardinelles du Congo, a également été utilisée par Hemida (1987) et Ba (1988) dans l'étude de la reproduction de l'anchois *Ergraulis encrasicolus*, Harchouche (2006) dans l'étude de la mendole *Spicara Maena* et Benina (2015) dans l'étude de la bogue *Boops boops* qui ont montré que 5 stades au lieu de 6 suffisent pour établir la taille de la 1^{ère} maturité sexuelle.

En effet, **les observations macroscopiques des gonades** de *E. encrasicolus* au cours de leurs cycles reproducteurs, **nous ont permis d'identifier 5 stades** de maturité aussi bien chez les mâles que chez les femelles. Pour le même mois, on a rencontré une grande variabilité des fréquences des stades de maturité, traduisant le grand décalage aussi bien dans la maturation que lors de l'émission entre les individus de la même population. Ce constat est conforme à celui suggéré par Kartas et Quignard, 1984, qui expliquent l'étalement de la période de reproduction par un fractionnement de l'émission des œufs en plusieurs «fournées» on est en présence d'une ponte fractionnée.

La taille à la 1^{ère} maturité sexuelle (Lm₅₀), correspond chez *E. encrasicolus* à 10.3 cm pour la population totale, 10.9 cm pour les mâles et 9.6 cm pour les femelles. Les femelles d'*E. encrasicolus* sont pubères plus tôt que les mâles. Toutefois la Lm₅₀ estimée chez les 2 sexes et pour la population totale est précoce et correspond à un âge de 1 an.

Chez *E. encrasicolus*, les tailles de 1^{ère} maturité sexuelle similaires à celles trouvées ont été mentionnées en Méditerranée (Fage, 1911; Furnestin, 1945; Arrignon, 1966; Girâldez et Abad, 1995), dans l'Atlantique Est (Ba 1988; Millàn, 1999; Basilone *et al.*, 2006) et en extrême Est algérien (El Kala) (Ladimia *et al.*, 2016). En revanche, des tailles > à celles du golfe d'Annaba ont été observées chez la même espèce sur les côtes algéroises (Djabali *et al.*, 1988; Sennai, 2003) et dans le golfe de Gascogne (Duhamel et Masse, 2004). Toutefois des tailles < ont été rencontrées chez l'anchois par Marchal (1991), Leonid et Andrianov (1996), Torstensen *et al.* (2000), Gaamour *et al.* (2004), Mehl *et al.* (2005) et Ouattara *et al.* (2008).

Le suivi pondéral des gonades d'*E. encrasicolus* par le calcul du RGS, combiné à l'observation de leur morphologie au cours du cycle sexuel, nous a permis de déterminer les périodes de reproduction. Les variations mensuelles des valeurs moyennes du RGS montrent qu'il existe un seul cycle sexuel par an avec une période de reproduction étalée dans le temps. Selon Palomera (1992), cet allongement est une stratégie d'adaptation qui permet aux poissons d'assurer la survie des œufs et des larves.

La période de reproduction chez *E. encrasicolus*, s'étale entre mars et octobre. Le processus de maturation et de ponte couvre 8 mois, coïncidant avec le réchauffement des eaux superficielles. La ponte est estivale où l'émission d'ovocytes et de spermatozoïdes se déclenche en mai et se poursuit jusqu'à septembre - octobre. Entre novembre et février, les gonades rentrent en repos sexuel, ils ont fini de frayer et ne manifestent aucune activité sexuelle. La périodicité et l'étalement de la période de reproduction observés chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba sont comparables à ceux trouvés chez la même espèce dans différentes régions de la Méditerranée et de l'Atlantique (Fage, 1920; Furnestin et Furnestin, 1959; Rodriguez-Roda, 1977; Palomera et Sabatés, 1990; Palomera, 1992; Giraldez et Abad, 1995; Motos *et al.*, 1996; Regner, 1996; Millàn, 1999; Sinovčić, 2000; Funamoto *et al.*, 2004; Gaamour *et al.*, 2004; Zupa *et al.*, 2013; Mezedjri *et al.*, 2013; Ladaimia *et al.*, 2016). Toutefois, des petites différences ont été observées au moment du déclenchement de la ponte, elles sont probablement liées aux conditions physiques et biotiques du milieu (Wootton, 1982; Bye, 1984). La durée de ponte de l'anchois du golfe d'Annaba, coïncide aussi avec les résultats des études d'ichtyoplancton réalisées par Aldebert et Tournier (1971) et Chavance (1980) qui lors de leurs campagnes respectives en 1965 - 1968 et 1977 - 1978, rencontrent les premiers œufs d'anchois en mai jusqu'à septembre.

La période de reproduction d'*E. encrasicolus* n'est pas la même dans toutes les régions. Plusieurs travaux signalent des périodes de reproductions plus courtes (Chavance, 1980; Casavola *et al.*, 1996; Lisovenko et Andrianov, 1996; Sinovčić et Zorica, 2006) même si dans l'Atlantique, Ba (1988) et Berraho *et al.* (2005) montrent que la reproduction d'*E. encrasicolus* est étalée sur toute l'année.

En Méditerranée, la ponte chez *E. encrasicolus* est de longue durée mais elle ne couvre pas toute l'année. A cause de l'existence de saisons hydrologiques plus ou moins marquées, certaines périodes sont plus favorables à la reproduction que d'autres (Arnée, 1931).

Les travaux réalisés en Méditerranée et dans l'Atlantique, signalent des pontes précoces ou tardives (Sinovčić, 1984; Abad et Giraldez, 1993; Millàn, 1999; Amenouz, 2006). Dans notre étude, nous avons constaté ce phénomène suite aux observations d'anchois matures en périodes de repos sexuel, conséquence du décalage entre la maturation des spécimens de petite taille qui pondent, comme il l'a signalé Fage (1920), plus tardivement. Les pontes précoces ou tardives que nous avons constatées sont probablement dues aux variations de la température de l'eau, comme il a été rapporté par Mandić *et al.* (2012).

Chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba, la reproduction est sous la dépendance de la température de l'eau. La transition saison froide, saison chaude, est la plus favorable au déclenchement de la ponte. L'effet de la température de l'eau sur la reproduction d'*E. encrasicolus* figure souvent dans la littérature (Furnestin et Furnestin, 1959; Aldebert et Tournier, 1971; Cort *et al.*, 1979; Palomera, 1992; García et Palomera, 1996; Motos *et al.*, 1996; Millàn, 1999). Selon ces auteurs, le réchauffement des eaux superficielles joue un rôle très important dans le déclenchement de la ponte chez *E. encrasicolus*.

En Méditerranée, *E. encrasicolus* se reproduit généralement dans les eaux chaudes superficielles dont la température est $> 14^{\circ}\text{C}$ (Palomera et Sabatés, 1990; Garcia et Palomera, 1996; Regner, 1996).

L'analyse des variations pondérales du foie d'*E. encrasicolus* à travers **le calcul du RHS** montre que ce dernier varie avec le RGS et présente des fluctuations sensibles liées au cycle reproducteur. Le RHS augmente lors de la maturation et de la ponte ce qui est due à la mobilisation des réserves lipidiques qui passent simultanément vers le foie et les gonades afin d'assurer les besoins énergétiques de la reproduction. En phase de post-reproduction, le poids du foie baisse. A partir de la phase de récupération, une augmentation du RHS est la conséquence du retour des réserves lipidiques vers le foie, à partir des ovocytes atrétiques non pondues et par l'apport alimentaire. Ainsi, le foie n'est pas sollicité pour le transfert des réserves nécessaires au développement des gonades. Il est donc évident que l'anchois fait parti des poissons gras comme le signale Lahaye (1980), dont les réserves lipidiques s'accumulent dans le mésentère et sous la peau pour passer dans les gonades afin d'assurer les besoins énergétiques de la gamétogenèse.

Concernant le coefficient de condition (K) on peut dire que ce dernier reflète l'état d'embonpoint des poissons, traduisant la capacité d'accumuler des réserves dans les muscles. L'évolution mensuelle de ce coefficient permet de déduire une stratégie dans l'utilisation des

apports énergétiques. En effet, le coefficient de condition est corrélé positivement à la densité de lipides, ces derniers étant utilisés comme le montrent Robinson *et al.* (2008) durant les périodes de jeûne, de reproduction et de maturation. Les variations temporelles de K chez *E. encrasicolus* suit un cycle saisonnier. Il est meilleur en hiver, hors période de reproduction et mauvais le reste de l'année. Les valeurs maximales se situent entre novembre et janvier et constituent une phase de bonne condition qui précède le démarrage de la reproduction. Au cours de cette période, l'anchois se nourrit intensément pour stocker dans le mésentère et sous les muscles, des réserves lipidiques nécessaires à la maturation des gamètes mâles et femelles notamment au processus d'ovogenèse et de spermatogenèse. Entre février et octobre, K diminue ce qui se traduit, par un amaigrissement des anchois qui se nourrissent peu, à cause du développement des gonades qui compriment de plus en plus le tractus digestif réduisant ainsi le volume de la prise alimentaire (Lahaye 1980). En plus les réserves graisseuses sont investies majoritairement dans l'élaboration des produits sexuels et l'émission d'œufs réduit la masse corporelle comme l'ont signalé Millàn (1999) et Somarakis *et al.* (2012). La présence de valeurs modérées de K en avril, mai et septembre suggère que l'anchois continue à se nourrir durant la période de reproduction, pour pouvoir couvrir toutes les dépenses énergétiques du métabolisme de base, de la reproduction et de la croissance somatique comme il a été constaté par Lisovenko et Andrianov (1996), Millàn (1999) et Kim *et al.* (2013).

D'une manière générale on peut dire que *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba s'alimente toute l'année. L'augmentation des coefficients de condition juste après la ponte montre que l'état d'embonpoint de ce poisson s'améliore rapidement comme le signalent Lisovenko et Andrianov (1996), Millàn (1999) et Bouhali *et al.* (2015).

L'analyse microscopique des ovaires d'*E. encrasicolus*, prélevés à différentes périodes du cycle reproducteur, nous a permis de déterminer leurs degrés de maturité, de caractériser les principales phases évolutives de leurs cycles sexuels et de préciser les périodes de reproduction et de ponte. Selon la cinétique de l'ovogenèse, le cycle sexuel d'*E. encrasicolus*, passe par 3 phases successives. Une phase de maturation ovarienne coïncidant avec le processus de vitellogenèse, une phase de ponte correspondant à la maturation finale et l'émission d'ovocytes mûrs et une phase de récupération ou de repos sexuel.

Pendant toute la période de ponte, des ovocytes pré-vitellogéniques, des ovocytes vitellogéniques à tous les stades de développement et des follicules post-ovulatoires sont

présents dans les ovaires, leurs croissances et leurs distributions sont plurimodales. Au sein d'un même ovaire, plusieurs lots d'ovocytes sont visibles. L'accroissement final de chaque lot correspond à l'hydratation des ovocytes qui atteignent une taille définitive d'environ 1000 μm chez l'anchois. Ces ovocytes lorsqu'ils arrivent à maturité, sont pondus par lots successifs. La stratégie de ponte chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba est de type «fractionnée», ces poissons sont susceptibles d'effectuer comme le signale Fontana (1969), plusieurs actes de ponte de façon fractionnée durant la même saison de reproduction.

Du point de vu histologique, la période de reproduction d'*E. encrasicolus* commence en mars et se termine en octobre. Cette étude nous a permis de situer avec précision la période de reproduction de l'anchois et de montrer qu'elle concorde avec celles calculées grâce au RGS (Millan, 1999; Khemiri, 2006; Khemiri et Gaamour, 2009; Amenzoui, 2010; Manzo *et al.*, 2013; Zupa *et al.*, 2013). Aussi coïncide avec les résultats macroscopiques pour la détermination des différents stades de maturation durant l'année 2016.

Les âges et les croissances d'*E. encrasicolus* ont été estimés pour les femelles, mâles et population totale par une **clé âge-longueur** obtenue par la méthode indirecte de Bhattacharya (1967). L'étude de l'âge montre que la population d'anchois du golfe d'Annaba est caractérisée par une faible longévité estimée à 4 ans pour les 2 sexes. Cette caractéristique est typique des PP des eaux chaudes et tempérées qui durant leurs vies, dépensent une énergie considérable.

La majorité des études réalisées en Méditerranée s'accordent à donner le même âge de 4 ans, aux différents stocks d'*E. encrasicolus*, peuplant les côtes Est algériennes (Ladaimia *et al.*, 2016) et les côtes Ouest algériennes (Bacha *et al.*, 2010), les côtes tunisiennes (Khemiri *et al.*, 2007) et le Nord-Ouest méditerranéen (Morales-Nin et Perterra, 1990). Le même résultat a été signalé par Sinovčić (2000) et Giannetti et Donato (2003) dans l'Adriatique. La longévité d'*E. encrasicolus* peut varier de 2 ans (Fage, 1911) à 5 ans (Hemida, 1987; Bellido *et al.*, 2000). Dans un rapport de l'Ifremer (2004), on signale que la longévité de l'anchois du golfe de Gascogne est de 5 ans. Cette variation est probablement due à l'emploi de méthodes différentes de détermination de l'âge ou à des méthodes identiques mais non standardisées. Cette différence est probablement attribuable à l'utilisation d'autres méthodes de détermination de l'âge ou de méthodes identiques mais non normalisées. Les paramètres de croissance obtenus avec la clé de longueur d'âge nous ont permis de déterminer la longueur

asymptotique du stock d'*E. encrasicolus* L_{∞} qui est de 17,89 cm obtenue après seulement 4 ans avec un taux de croissance k de 0,6 /an.

Les critères de détermination du mode de croissance de Branstetter (1987) estiment qu'une espèce croît lentement lorsque $0,05 \leq K \leq 0,10 \text{ an}^{-1}$, la croissance est intermédiaire pour $0,10 \leq K \leq 0,20 \text{ an}^{-1}$ et pour les espèces à croissance rapide $0,2 \leq K \leq 0,50 \text{ an}^{-1}$. Ainsi, l'anchois pêché à Annaba est une espèce à croissance rapide, rapportées par plusieurs auteurs dans différentes régions de la Méditerranée (Campillo 1992; Machias *et al.*, 2000; Erkoyuncu & Ozdamar 1989; Volovik & Kozlitina 1983; Cendrero *et al.*, 1981; Samsun *et al.*, 2004; Kada *et al.*, 2009; CGPM 2000; Basilone *et al.*, 2004; Djabali & hamida 1992; Bacha *et al.*, 2010) et Atlantique (Guérault & Avrilla 1974; Ramos & Santos 1999; Amponsahet *et al* 2016) (Tab. 21). Chez les femelles cette longueur asymptotique est estimée à 18.28 cm valeur plus élevée que celle trouvée chez les mâles qui est de 17.36 cm atteinte après 4 ans avec des vitesses croissances rapides qui suivent ainsi le même rythme de croissance de la population totale d'*E. encrasicolus*.

Le modèle de croissance de Von Bertalanffy, appliqué aux données âge - longueur, pour l'ensemble de la population, les mâles et les femelles montre que l'essentiel de la croissance chez *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba est réalisé au cours de la 1^{ère} année de vie. Ces résultats suggèrent, comme le montrent Bellido *et al.* (2000), Amenzoui (2010) et Bacha *et al.* (2010), que l'exploitation de ces stocks dépend essentiellement des premiers groupes d'âges, lesquels dépendent fortement du succès du recrutement.

La 1^{ère} année de vie d'*E. encrasicolus* correspond à une phase de forte croissance car le taux de croissance somatique est plus élevé avant le début de la 1^{ère} maturité sexuelle comme le signale Roff en 1983. La baisse la plus importante du taux de croissance, est observée après la 1^{ère} année de vie correspondant à l'acquisition de la taille de 1^{ère} maturité sexuelle. A partir de ce moment, une portion importante de l'énergie est investie dans la reproduction au dépend de celle consacrée à la croissance engendrant une baisse du taux de croissance.

Les valeurs de la longueur asymptotique (L_{∞}) indicatrices de la croissance linéaire et du coefficient de vitesse de croissance (K) du stock d'*E. encrasicolus* du golfe d'Annaba, se rapprochent des résultats trouvés chez l'anchois par de nombreux auteurs (Bellido *et al.*,

2000; Machias *et al.*, 2000; Basilone *et al.*, 2004; Khemiri *et al.*, 2007). Toutefois, il existe des dissemblances dans la L_{∞} et le K entre les différentes populations d'une même espèce.

Ces différences sont dues principalement à:

- La divergence des méthodes d'échantillonnages.
- L'hétérogénéité des méthodes de calcul utilisées comme la lecture directe sur les otolithes ou les écailles, le rétro-calcul, l'analyse de fréquence de taille.
- Divers travaux ont montré que les variations de la L_{∞} , observées chez des groupes d'individus de la même espèce, pouvaient être attribuées à des conditions de vie dans le milieu (température en particulier), ou encore au taux d'exploitation (Fréon, 1988). Atarhouch *et al.*, (2006) expliquent ces différences comme étant dues à des facteurs génétiques, où les individus à forte croissance possèdent une structure génotypique particulière.

Tableau 16: Représentation des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy (1938) et de l'indice de croissance d'*E. encrasicolus* dans différentes régions du monde.

Régions	L_{∞} (cm)	K (year ⁻¹)	T_0 (year)	$\emptyset'$	Auteurs
Catalogne littoral (Espagne)	19.10	0.35	-	2.106	Morales-Nin & Pertierra (1990)
Golfe du Lion (France)	19.10	0.35	-	2.106	Campillo (1992)
Détroit de Sicile	18.60	0.29	-	2.016	Basilone <i>et al</i> (2004)
Mer Ionienne moyenne (Grèce)	17.50	0.51	-	2.194	Machias <i>et al</i> (2000)
Moyen-nord de l'Adriatique (Croatie)	19.40	0.57	-	2.331	Sinovicic (2000)
Nord du Portugal	15.80	0.53	-	2.120	Ramos & Santos (1999)
Mer Noire	16.76	0.32	-	1.960	Erkoyuncu & Ozdamar (1989)
Mer Azov	13.30	0.61	-	2.030	Volovik & Kozlitina (1983)
Golfe de Gascogne	22.10	0.57	-	2.446	Guérault & Avrilla (1974)
Mer Cantabrique, N Espagne	21.30	0.48	-	2.343	Cendrero <i>et al</i> (1981)
Turc (mer Noire)	16.36	0.42	-1.35	2.050	Samsun <i>et al</i> (2004)
Espagne (Golfe de Cadix)	18.69	0.9	-	2.497	Bellido <i>et al</i> (2000)
Espagne (Golfe de Cadix)	18.95	0.9	-	2.509	Bellido <i>et al</i> (2000)
Lagune de Nador (Méditerranée Marocaine)	10.68	0.87	-0.21	1.996	Kada <i>et al</i> (2009)
Mer d'Alboran (Méditerranée Marocaine)	18.80	0.34	-	2.079	CGPM (2000)
Algérie	16.57	0.59	-	2.205	Hémida (1987)
Ghana	11.03	0.58	-	1.849	Amponsah <i>et al</i> (2016)
Côte sud tunisienne	17.19	0.36	-	2.069	Khemiri <i>et al</i> (2007)
Côte nord tunisienne	19.16	0.32	-	2.028	Khemiri <i>et al</i> (2007)
Côte centre d'Algérie	16.57	0.584	-1.184	2.205	Djabali <i>et al</i> (1992)
Benisaf (Ouest Algérie)	15.61	0.75	-1.320	2.261	Bacha <i>et al</i> (2010)
Benisaf (Ouest Algérie)	15.61	0.75	-1.320	2.261	Bacha <i>et al</i> (2010)
Golfe d'Annaba (Est Algérien)	17.89	0.6	-0.008	2.283	Présente étude

L'indice de performance de croissance $\emptyset'$ a été calculé pour la population totale d'*E. encrasicolus* à 2,283, montrant qu'il a une croissance linéaire rapide, ces résultats sont comparables à ceux trouvés chez la même espèce par de nombreux auteurs dans différentes régions de la Méditerranée (Volovik & Kozlitina 1983; Hemida 1987; Morales-nin & Pertierra 1990; Sinovčić 2000; Khemiri *et al* 2007; Bacha *et al* 2010) et l'Atlantique (Bellido *et al* 2000) (Tab. 21). Aussi cet indice montre une croissance rapide aussi bien pour les mâles que pour les femelles.

Ainsi, la croissance linéaire d'*E. encrasicolus* du golfe d'Annaba évolue d'une manière rapide et identique à celles trouvées chez la même espèce dans différentes régions (Tab. 21).

La **croissance relative** d'*E. encrasicolus* du golfe d'Annaba et de type allométrie majorante avec $b > 3$ aussi bien pour la population totale que pour les 2 sexes, le poids croît proportionnellement plus vite que le cube de la longueur, traduisant une bonne croissance pondérale. Ce résultat est signalé chez *E. encrasicolus* peuplant les côtes tunisiennes (Gaamour *et al.*, 2004) et mauritaniennes (Ba, 1988) où la valeur du coefficient d'allométrie est significativement > 3 . Cette observation a été également faite par Millàn (1999), Funamoto *et al.* (2004) et par Manzo *et al.* (2013). Par contre, une allométrie minorante avec $b < 3$ a été rencontrée par Ouattara *et al.* (2008) chez l'anchois du littoral Est ivoirien.

Les différences de croissance observées chez la population d'*E. encrasicolus* dans différentes régions sont probablement dues à des facteurs internes et externes tels que l'âge, le sexe, la disponibilité de nourriture, la température, la salinité, le régime alimentaire ou encore le développement des gonades (Pauly, 1984; Sparre, 1992; Zaydin et Taskavak, 2007).

L'évaluation du niveau d'exploitation de l'anchois a nécessité l'introduction des données biologiques obtenues dans la présente étude, sans tenir compte des statistiques de pêche et pour cela on a calculé les différents paramètres des phénomènes élémentaires de recrutement, de croissance et de mortalité naturelle ou par pêche comme le préconisent Beverton et Holt, (1956); Ricker, (1958); in Sparre et Venema, (1996).

Les mortalités naturelle (M) ou totale (Z) diffèrent d'un secteur géographique à un autre (Tab. 22).

Tableau 17: Représentation des variations des coefficients de mortalités naturelle M et totale Z d'*E. encrasicolus* dans différentes régions.

Régions	Z (Ans ⁻¹)	M (Ans ⁻¹)	Auteurs
Turquie (Mer Noire) 1999-2000	1.6	0.46	Samsun <i>et al</i> (2004)
Turquie (Mer Noire) 1998 -1999	1.44	0.49	Samsun <i>et al</i> (2004)
Turquie (Mer Noire) 2010-2011	2.84	0.66	Sağlam & Sağlam (2013)
Côte Est d'Algérie	2.63	0.61	Kerzabi & Bouaziz (2015)
Ghana	3.4	1.59	Amponsah <i>et al</i> (2016)
Golfe d'Annaba (Est Algérien) Djabali <i>et al.</i> (1994)	2.31*	0.56*	Présente étude
Golfe d'Annaba (Est Algérien) Pauly, 1984	2.31	0.73	Présente étude

* valeur de M retenue pour l'exploitation.

Chez l'anchois *E. encrasicolus* la mortalité totale, obtenue à partir de la courbe de capture linéaire (Pauly, 1984) est estimée à 2.31 an⁻¹, tandis que la mortalité naturelle est égale à 0.56 an⁻¹ selon la méthode de Djabali *et al.* (1994). La mortalité par pêche observée était relativement plus élevée que la mortalité naturelle, révélant que le stock de *E. encrasicolus* est dominé par la mortalité par pêche et qu'il est donc plus vulnérable aux engins de pêche que victime naturelle de la mer, en particulier des conditions environnementales (Amponsah *et al.*, 2016d). La valeur du coefficient Z se rapproche à celles trouvées par Kerzabi & bouaziz (2015) pour la même espèce capturée le long des côtes Est algériennes où $Z = 2.63 \text{ an}^{-1}$, ou par Sağlam & Sağlam (2013) dans la mer Noire en Turquie ($Z = 2.84 \text{ an}^{-1}$). Et elle dépasse celle de Samsun *et al* (2004) dans la même région de Turquie qui estiment Z à 1.6 an^{-1} , tandis qu'au Ghana Amponsah *et al.*, (2016) ont trouvé des coefficients de mortalité plus élevé d'environ 3.4 an^{-1} (Tab. 17).

Divers facteurs peuvent expliquer la divergence des résultats, tels les méthodes utilisées pour leur détermination; les différences écologiques possibles entre les zones d'études; les valeurs de K et de L_{∞} qui peuvent aussi influencer directement les mortalités M et Z et la température de l'eau. En effet, Winberg (1960) *in* Pauly, (1997) montre que les poissons tropicaux mangent plus que ceux des régions tempérées pour satisfaire des besoins métaboliques plus élevés. Ceci forcerait donc les prédateurs à consommer d'avantage de proies par unité de temps que leurs congénères des eaux froides. Ceci se répercuterait sur les mortalités qui deviennent plus élevées chez les poissons-proies. Selon Korichi (1988) les variations extrêmes de Z indiquent soit des migrations, soit des fluctuations de recrutement. Ursin (1967) montre que, la mortalité naturelle M dépend à la fois de facteurs physiologiques comme les maladies et la vieillesse, de facteurs environnementaux comme les températures, les courants ou encore les salinités et de facteurs dus au hasard comme la prédation. Les

facteurs environnementaux peuvent être cernés et on peut estimer leur influence sur la croissance ou sur la reproduction.

Daan et Sissenwine (1991) concluent que la mortalité naturelle est beaucoup plus élevée chez les jeunes poissons qui subissent des taux de prédation plus forts que les poissons plus âgés. C'est pourquoi le coefficient de mortalité naturelle est variable selon l'âge. Cependant, une grande partie des modèles d'évaluation utilisés en Méditerranée supposent que M est un paramètre constant durant toutes les étapes de la vie des poissons.

La fiabilité des résultats de M dépend de la justesse des données d'entrées utilisées dans l'équation de calcul. Les nombreuses évaluations halieutiques sur différents stocks de poissons de plusieurs régions du monde, montrent que les petits pélagiques à croissance rapide ont une mortalité naturelle élevée étroitement liée, comme l'explique Pauly (1985), à l'augmentation de la température des eaux. La mortalité naturelle est aussi corrélée avec la vitesse de croissance ou longévité K et la taille puisque les poissons jeunes subissent des prédateurs plus fortes que les poissons plus âgés de taille plus grande.

Les probabilités de captures selon les longueurs ou sélectivité est une mesure de la capacité d'un engin de pêche à ne capturer qu'une partie des animaux présents. Elle correspond donc à une sélection soit des espèces pêchées, soit de la gamme des tailles et donc des âges pêchés. La sélectivité peut être exprimée par une courbe des taux de capture en fonction de l'âge. Par suite du phénomène d'échappement, le taux de capture est généralement croissant chez les jeunes, selon une courbe de type logistique (Gascuel, 2008).

L'âge de 1^{ère} (tc) < 1 an correspond, dans les études d'évaluation halieutiques à un échappement de 50%, il est représenté par une taille de 1^{ère} capture (L_c) qui est de l'ordre de 9.57 cm chez l'anchois. Cette valeur est < à la taille de la 1^{ère} maturité sexuelle $L_{50} = 10.3$ cm. Nos résultats sont > à ceux trouvés pour la même espèce au Ghana $L_c = 3.71$ cm et $L_{50} = 7.4$ cm (Amponsah *et al* 2016). Cette différence est probablement due à des raisons biologiques, tels le choix des méthodes, les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy (L_∞ et K), les fréquences de tailles utilisées (Bouaziz, 2007) ou des raisons halieutiques, tels que la différence des techniques et des stratégies de capture. Selon Sparre et Venema (1996), la probabilité qu'un poisson soit retenu par l'engin de pêche est due à 2 probabilités: soit que le poisson se trouve sur le lieu de pêche, soit qu'il est retenu par les mailles de l'engin de pêche.

L'évaluation de l'état d'exploitation de l'anchois a nécessité l'introduction des données biologiques obtenues: les paramètres de croissance de Von Bertalanffy (L_∞ , K), la mortalité naturelle (M) et la taille de 1^{ère} capture (L_c). Leur traitement a été réalisé par

l'emploi de model analytique de **Beverton et Holt (1966)** qui exprime le rendement relatif par recrue (Y'/R), en permettant de déterminer le rapport entre le rendement et le taux d'exploitation E pour différentes tailles de 1^{ères} captures, il appartient à la catégorie des modèles fondés sur la longueur (Sparre et Vanema, 1996).

L'estimation du niveau d'exploitation d'*E. encrasicolus* $E_{\text{actuel}} = 0.76 > E_{\text{max}} = 0.686$ et $E_{50} = 0.375$ selon Gulland, (1971) in Pauly, (1985) montre que le stock d'anchois prélevé à Annaba est en mauvaise santé et subit une surpêche.

Ce constat est identique à ceux soulevés par Kerzabi & Bouaziz, (2015) à l'Est de l'Algérie et par Amponsah *et al.*, (2016) sur les côtes du Ghana, en revanche il diffère de ceux trouvés dans le golfe Persique et en mer d'Oman par Salarpouri *et al* en 2018.

Aux fins d'une gestion rationnelle, le taux d'exploitation devrait être égal ou réduit de 51% pour maintenir le frai de la biomasse du stock.

Chauvet (1986) considère que, d'une façon générale, les modèles utilisés par la dynamique des populations sont très sensibles aux changements des valeurs des paramètres retenus dans l'équation de croissance de Von Bertalanffy. Il en est de même pour les paramètres de la relation taille-poids et en particulier du coefficient b qui intervient en exposant.

En ce qui concerne l'état du stock, la relation entre $E_{\text{max}} = 0.686$ et $L_c/L_{\infty} = 0.51$ a placé le stock d'anchois *E. encrasicolus* dans le quadrant C. Ce qui montre que la pêche d'*E. encrasicolus* suit un régime de pêche de capture des poissons de grande taille à un niveau d'effort de pêche supérieur visant principalement les grands géniteurs et les adultes en phase de reproduction (Pauly et Soriano, 1986). En outre, Pauly (1989) a indiqué qu'à ce stade de la pêche, toute tentative visant à maximiser le rendement par recrue entraînerait une faible biomasse du stock et des défaillances potentielles du recrutement. Par conséquent, des mesures visant à réguler la pression de la pêche, telles que la réduction de l'effort de pêche, la portée géographique et la réglementation en matière de maillage, devraient être mises en œuvre et appliquées.

La pêche d'anchois faisait partie des zones développées, de sorte que toute augmentation de l'effort de pêche visant à maximiser le rendement par recrue entraînerait une panne de la pêche.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

5. Conclusion et perspectives

Peu de travaux ont été consacrés à l'étude de l'anchois *E. encrasicolus* dans le golfe d'Annaba, c'est pour cela et vu l'intérêt économique de ce poisson, que nous avons abordé sa biologique et sa pêche à travers l'étude de sa morphométrie, son cycle de reproduction par la détermination du sex-ratio, ses stades de maturité sexuelle, sa taille à la 1^{ère} maturité sexuelle, sa période de reproduction, sa condition et sa stratégie d'utilisation des réserves graisseuses, l'histologie de ses ovaires, son âge, ses paramètres de croissance et de mortalité aussi bien pour la population totale que pour les 2 sexes et enfin son niveau d'exploitation.

L'étude **de la morphométrie** de l'anchois *E. encrasicolus* nous a permis, à travers 3 paramètres méristiques: branchiospines < (BI), > (BS) et le nombre de vertèbres (NV) de retenir que le **NV semble être le seul valable pour structurer les stocks**. Ce paramètre nous a permis d'établir une **distinction entre les populations peuplant la méditerranée et celles des régions du littoral Ouest, Centre et Est algérien**.

Les caractères morphométriques donnent à l'anchois une **apparence proche de la race d'*Engraulis encrasicolus mediterraneus***. Ce constat reste à confirmer par des études génétiques plus approfondies.

L'anchois, *E. encrasicolus* ne présente pas de dimorphisme sexuel apparent, le sexe n'est déterminé qu'après dissection et observation macroscopiques des gonades.

Le sex-ratio est en **faveur des femelles**, il varie selon les tailles et les saisons. Les tailles de 1^{ère} maturité sexuelle (L_{50}) sont acquises la fin de la 1^{ère} année (âge 1) pendant laquelle l'anchois commence à participer à la reproduction à 10.3 cm chez la population totale, 9.6 cm chez les males et de 10.9 cm chez les femelles.

La période de reproduction obtenue par l'observation macroscopique des gonades, le suivi du RGS, RHS et du facteur de Fulton K, montrent qu'elle a lieu entre **mars et octobre** et que *E. encrasicolus* est un poisson de **type gras**, ses réserves lipidiques sont stockées sous la peau et dans le mésentère avant de passer vers les gonades pour assurer les besoins énergétiques de la gamétogenèse.

Dans le golfe d'Annaba *E. encrasicolus* adapte une **stratégie d'utilisation de ses réserves graisseuses** en fonction de la période de frai ou de repos. Pour couvrir toutes les

dépenses énergétiques du métabolisme de base, de reproduction et de croissance somatique ces poissons s'alimentent sans arrêt pendant toute l'année.

L'examen histologique a été effectué uniquement chez les anchois femelles. L'observation des ovaires prélevés à différentes périodes du cycle reproducteur et la détermination du degré de maturité du lot d'ovocytes le plus avancé, nous ont permis de retenir **6 stades ovariens**: ovaire immature, ovaire en maturation, ovaire mature (pré-ponte), ovaire en reproduction (ponte), ovaire en post-ponte et ovaire en repos sexuel.

La présence simultanée d'ovocytes pré-vitellogéniques et vitellogéniques à différents stades de maturité avec des follicules post-ovulatoires au sein d'un même ovaire, confirme que **l'émission des œufs se fait par lot**. Ces résultats nous ont permis de considérer que l'anchois, *E. encrasicolus* du golfe d'Annaba est une espèce à **ponte fractionnée**.

La détermination **de l'âge et des paramètres de croissance** Von Benalanffy (1938) ainsi que les croissances linéaire et relative (taille- poids) pour toute la population ainsi pour les mâles et femelles nous a permis de déterminer une courte longévité estimée à 4 ans et une croissance linéaire rapide surtout durant la 1^{ère} année, pour ralentir par la suite et une croissance relative de type allométrie majorante, traduisant une bonne croissance pondérale.

Les paramètres d'exploitation montrent que le stock est dominé par mortalité par pêche (F), que la taille de 1^{ère} capture L_{c50} est supérieure à la taille 1^{ère} maturité L_{50} et que le taux d'exploitation E actuel est supérieur à E_{max} . Ce qui indique l'existence d'un **état de surpêche (overfishing)** de l'anchois peuplant les côtes d'Annaba.

Pour assurer la durabilité de cette espèce il est impératif de réguler la pression de la pêche par réduction du niveau actuel d'environ de 51% afin de maintenir la biomasse du stock reproducteur, d'élargir la portée géographique et la réglementation en matière de maillage, devraient être mises en œuvre et appliquées.

En perspective, cette étude nous permet de proposer 9 recommandations:

- Faire une étude génétique et voir les influences de l'environnement sur le phénotype de l'anchois .
- Vu les fortes pressions de pêche de l'anchois, il est essentiel de faire un suivi régulier des stocks de ses populations afin de préserver des effectifs suffisamment grands pour maintenir la population dans le golfe d'Annaba.
- Utiliser le logiciel VIT (Lleonart et Salat. 2000), vivement recommandé par la FAO pour la pêche méditerranéenne, pour évaluer la biomasse exploitable et le rendement par recrue.
- Mettre en place un programme de suivi des cycles de reproduction particulièrement le taux de fécondité.
- Développer les approches par modélisation à moyen et à long termes.
- Etudier l'influence de l'environnement notamment la température de l'eau, le pH, la salinité et la chlorophylle, la courantologie sur les pêcheries de l'anchois et sur le cycle sexuel.
- Evaluer et suivre les âges et croissances de l'anchois par otolithométrie.
- Etendre le jeu de données spatio-temporelles par l'extension de l'échelle du littoral algérien sur plusieurs cycles biologiques.

RESUMES

Résumé

La biologie et le niveau d'exploitation de l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) capturé dans le golfe d'Annaba, a été étudié durant un cycle annuel. Afin de remédier aux manques de données concernant l'exploitation de sa pêche.

Pour l'étude de ce Téléostéen pélagiques, nous avons analysé 4251 anchois chez qui nous avons abordés: la morphométrie, la reproduction, l'âge, la croissance, la mortalité et l'état d'exploitation.

La morphologie a été caractérisée à travers l'analyse de 15 critères métriques et 3 méristiques, une corrélation très hautement significative a été retrouvée pour l'ensemble des paramètres métriques par rapport aux longueurs totale ou céphalique. Chez les populations totales, la croissance des différentes parties du corps est isométrique à 35%. Les résultats des paramètres méristiques montrent que le nombre de vertèbres est le seul critère valable pour structurer les stocks.

La reproduction a été abordée à partir du calcul du sex-ratio, par l'examen macroscopique des gonades, par la L_{50} , le RGS et l'indice de Fulton K et par l'examen microscopique des gonades. Le sex-ratio est à l'avantage des femelles avec 59.1%. La population totale est caractérisée par 5 stades de maturités sexuelles. Les tailles de 1^{ère} maturité sexuelle (L_{50}) sont acquises au cours de la 1^{ère} année de vie à partir de 10.3 cm chez la population totale, de 10.9 cm chez les femelles et de 9.6 cm chez les mâles. Les variations mensuelles du RGS couplées aux observations macro et microscopiques des gonades situent la période de reproduction entre mars et octobre avec une ponte estivale en mai. L'anchois est un poisson gras à grand potentiel reproductif qui émet ses œufs d'une manière fractionnée.

Les âges ont été obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967) grâce au FiSAT II (Gayanilo *et al.*, 2005) qui montre l'existence de 4 classes d'âge.

Les 3 paramètres de croissance de Von Bertalanffy, obtenus par New VONBIT (Stamatopoulos, 2005) et retenus pour évaluer l'état des stocks, sont chez les 2 sexes: $L_{\infty} = 17.89$ cm, $K = 0.6$ et $t_0 = -0.008$, ainsi la croissance en poids augmente plus vite que le cube de la L_t avec $b > 3$.

L'évaluation de l'état d'exploitation de l'anchois a été réalisée grâce au model analytique de Beverton et Holt (1966) qui exprime le rendement relatif par recrue actuelle (Y'/R). La taille de 1^{ère} capture L_{c50} a été évaluée à 9.57 cm. Les mortalités totale Z, naturelle M et par pêche F ont été estimées respectivement à 2.31, 0.56 et 1.75 an^{-1} avec un taux d'exploitation E actuel = 0.76, ce qui indique un niveau d'exploitation élevé. Le rendement relatif par l'analyse des recrues montre que le niveau actuel d'exploitation est nettement supérieur à celui de E-max et de E-50 de respectivement 0.686 et 0.375. Ce résultat dévoile l'existence d'un état de surexploitation d'*E. encrasicolus* dans le golfe d'Annaba avec une pêche qui suit un régime de «capture des grands poissons à un niveau d'effort élevé». Pour une gestion rationnelle le taux d'exploitation devrait être réduit de 0.76 à 0.375 (51%) pour maintenir la biomasse du stock reproducteur.

Mots-clés: *Engraulis encrasicolus*, âge-croissance, reproduction, exploitation, golfe d'Annaba.

Abstract

The biology and exploitation status of the anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) caught in the Gulf of Annaba, was studied during an annual cycle. To remedy the lack of data concerning the exploitation of its fishery.

For the study of this pelagic Teleost, we analyzed 4251 anchovies in which we discussed: morphometry, reproduction, age, growth, mortality and the state of exploitation.

The morphology was characterized through the analysis of 15 metrics and 3 meristics criteria, a very highly significant correlation was found for all metric parameters compared to total or cephalic lengths. In total populations, the growth of different parts of the body is isometric at 35%. The results of the meristic parameters show that the number of vertebrae is the only valid criterion for structuring stocks.

Reproduction was approached from the calculation of the sex ratio, by gross examination of the gonads, by L_{50} , RGS and Fulton K index and by microscopic examination of the gonads. The sex ratio is to the advantage of females with 59.1%. The total population is characterized by 5 stages of sexual maturity. The sizes of first sexual maturity (L_{50}) are acquired during the first year of life from 10.3 cm in the total population, 10.9 cm in females and 9.6 cm in males. Monthly variations of the RGS coupled with macro and microscopic gonad observations place the breeding season between March and October with a summer spawning in May. Anchovy is a fatty fish with high reproductive potential that emits its eggs in a fractional way.

The ages were obtained by the method of Bhattacharya (1967) thanks to FiSAT II (Gayanilo et al., 2005) which shows the existence of 4 age classes. The 3 growth parameters of Von Bertalanffy, obtained by New VONBIT (Stamatopoulos, 2005) and retained to evaluate the state of the stocks, are for both sexes: $L_{\infty} = 17.89$ cm, $K = 0.6$ and $t_0 = -0.008$, and the growth in weight increases faster than the cube of L_t with $b > 3$.

The evaluation of the state of exploitation of anchovy was made thanks to the analytical model of Beverton and Holt (1966) which expresses the relative yield per current recruit (Y/R). The size of the first capture L_{c50} was evaluated at 9.57 cm. The total (Z), natural (M) and fishing (F) mortalities were estimated at 2.31, 0.56 and 1.75 yr⁻¹, respectively, with a current exploitation rate $E = 0.76$, indicating a high level of exploitation. Relative performance by recruit analysis showed that the current level of exploitation is significantly higher than that of E_{max} and E_{50} (0.686 and 0.375 respectively). This shows the existence of a state of overexploitation of *E. encrasicolus* in the Gulf of Annaba with a fishery that follows a regime of "catching large fish at a high level of effort". For rational management the exploitation rate should be reduced from 0.76 to 0.375 (51%) for maintain the spawning stock biomass.

Keywords: *Engraulis encrasicolus*, age-growth, reproduction, exploitation, Gulf of Annaba

الملخص

تمت دراسة بيولوجيا واستغلال الأنشوفة *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758)، التي تم اصطيادها في خليج عنابة، خلال دورة سنوية. لمعالجة نقص البيانات المتعلقة باستغلال صيد الأسماك. لدراسة هذا تيلوستيان السطحي، قمنا بتحليل 4251 الأنشوفة التي ناقشناها: مورفولوجيا، التكاثر، العمر، النمو والوفيات وحالة الاستغلال.

تميزت مورفولوجيا من خلال تحليل 15 معيار متري و 3 مريستيكية، تم العثور على ارتباط كبير للغاية لجميع المعايير المترية مقارنة مع الطول الكلي أو الرأس. في إجمالي المخزون، فإن نمو الأجزاء المختلفة من الجسم هو متساوي القياس بنسبة 35٪. وتبين نتائج المؤشرات أن عدد الفقرات هو المعيار الوحيد السليم لهيكلية المخزون.

تم تناول التكاثر مع حساب نسبة الجنس، من خلال الفحص الشامل للغدد التناسلية، بواسطة L_{50} ، RGS و Fulton K والفحص المجهرى للغدد التناسلية. نسبة الجنس هي لصالح الإناث بنسبة 59.1٪. يتميز مجموع السكان بـ 5 مراحل من النضج الجنسي. يتم الحصول على أحجام النضج الجنسي الأول (L_{50}) خلال السنة الأولى من العمر من 10.3 سم في مجموع السكان، و 10.9 سم في الإناث و 9.6 سم في الذكور. التغيرات الشهرية لـ RGS إلى جانب الملاحظات الكلية والمجهرى للغدد التناسلية تضع موسم التكاثر بين مارس وأكتوبر مع وضع البيض في ماي. الأنشوفة هي سمكة دهنية ذات إمكانيات تناسلية عالية تنبعث منها بيوضتها بطريقة متقطعة.

تم الحصول على الأعمار من خلال طريقة Bhattacharya (1967) وذلك بفضل FiSATII (Gayanilo et al., 2005) الذي يبين وجود 4 فئات عمرية.

3 مؤشرات نمو Von Bertalanffy التي حصلت عليها VONBIT الجديد (Stamatopoulos، 2005)، وتستخدم لتقييم وضع المخزون، لكل من الجنسين: $L_{\infty} = 17.89$ سم، $K = 0.6$ و $T_0 = -0.008$ ، و يزيد النمو في الوزن أسرع من مكعب الـ L_t مع $b < 3$.

وقد تحقق تقييم حالة استغلال الأنشوفة بفضل Beverton et Holt (1966) النموذج التحليلي عن الأداء النسبي للتجنيد الحالي (Y' / R). تم تقييم حجم أول التقاط L_{c50} في 9.57 سم. وقدرت مجموع الوفيات (Z)، الطبيعي (M) و صيد السمك (F) إلى 2.31 على التوالي، و 0.56 و 1.75 عام⁻¹ مع معدل الاستغلال الحالي $E = 0.76$ ، مما يدل على مستوى عال من الاستغلال. أظهر الأداء النسبي من خلال تحليل التوظيف أن المستوى الحالي للاستغلال أعلى بكثير من مستوى E_{max} و E_{50} على التوالي 0.686 و 0.375. هذا يدل على وجود حالة من الإفراط في استغلال *E. encrasicolus* في خليج عنابة مع عملية الصيد تتم بنظام "اصطياد أسماك كبيرة على مستوى عال من الجهد". للحصول العقلاني على معدل استغلال عقلاني ينبغي أن يتم تخفيض 0.76 إلى 0.375 (51٪) للحفاظ على الكتلة الحيوية للتكاثر.

الكلمات المفاتيح: *Engraulis encrasicolus*، النمو-العمر، التكاثر، الاستغلال، خليج عنابة

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

Abad R. & Giraldez A., 1993. Reproduccion, factor de condicion y talla de primer madurez de la *Sardina pilchardus* (Walb.), del litoral de Malaga, mar de Alboran (1989 à 1992). *Biol. Inst. Esp. Oceanogr*, 9 (1): 145 - 155.

Aldebert Y. & Tournier H., 1971. La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le golfe du Lion. *Revue des travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*. 35 (1): 57 - 75.

Albaret, J. J., 1977. La reproduction de l'albacore *Thunnus albacares* dans le Golfe de Guinée. *Cahiers ORSTOM. Série Océanographie*, 15(4), 389-419.

Alexandrov, A., 1927 Anchois de la mer d 'Azoff et de la Mer Noire, leur origine et indications taxonomiques. *Rep Sci Sta Fish Kertch*, 1, 93-100.

Alheit J., Alarcon V.H. & Macewicz B.J., 1984. Spawning frequency and sex ratio in the Peruvian anchovy, *Engraulis ringens*. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep*, 25: 43 - 52.

Allaoui A . & Amaouche F., 2016. Caractérisation du model de croissance de l'anchois européen (*Engraulis encrasicolus*) du golfe de Bejaia. Mémoire de master . Université A. MIRA – Bejaia .Algérie . 38P.

Amenzoui K., Ferhan-Tachinante F., Yahyaoui A., Kifani S. & Mesfioui A.H., 2006. Analyse of the cycle of reproduction of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) off the Moroccan Atlantic coast. *Comptes Rendus Biologies*, 329: 892 - 901.

Amenzoui K., 2010. Variabilité des caractéristiques biologiques de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) exploitée au niveau des zones de Safi, Agadir et Laâyoune (côtes Atlantiques Marocaines). Thèse de Doctorat. Université Mohammed V-Agdal. Maroc. 329 p.

Amponsah S.K., Ofori-Danson P.K. & Nunoo F.K., 2016. Population dynamics of *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) within Ghana's coastal waters. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 4(5): 258-263.

Arnée P. 1931. Contribution à l'étude de l'anchois du golfe de Gascogne. *Revue des Travaux d'ORSTOM, Tome IV. Fasc. 2. N° 14*: 153-181.

Andreu B. J., 1969. Las branquispinas en la caracterizacion de las poblaciones de *Sardina pilchardus* (Walb.). *Inv. Pesq.* 33 (2): 426-607.

Arrignon J., 1966. L'anchois, *Engraulis encrasicolus* L., des côtes d'Oraine. *Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes*, 30 (4): 317 - 342.

Atarhouch, T., Rüber, L., Gonzalez, E. G., Albert, E. M., Rami, M., Dakkak, A., & Zardoya, R. , 2006. Signature of an early genetic bottleneck in a population of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 39(2), 373-383.

B

Ba I., 1988. Biologie et dynamique des populations d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) des côtes Mauritanienues. Thèse de Doctotat 3^{ème} cycle. Université de Bretagne occidentale. 131p.

Bacha M. & Amara R., 2009. Spatial, temporal and ontogenetic variation in diet of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the Algerian coast (SW Mediterranean). *Estuarine, Coastal Shelf Sciences* 85: 257 - 264.

Bacha M. & Amara R. 2012. Inter-cohort differences in growth, condition and feeding of juvenile anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Gulf of Béjaia (Algerian coast, SW Mediterranean): Implications for recruitment success. *Fisheries Research*, 129 - 130: 73 - 81.

Bacha M., Moali A., Benmansour N.E., Brylinski J.M., Mahe K. & Amara R., 2010. Relationships between age, growth, diet and environmental parameters for anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Bay of Bénisaf, SW Mediterranean, West Algerian coast. *Cybum*, 34(1): 47 - 57.

Bacha M., Jemaa S., Hamitouche A., Rabhi K. & Amara R., 2014. Population structure of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the SW Mediterranean Sea, and the Atlantic Ocean: evidence from otolith shape. *ICES Journal of Marine Science*, 11: 1 - 8.

Baranov, F. I., 1918. *On the question of the biological basis of fisheries.*

Basilone G., Guisande C., Patti B., Mazzola S., Cuttitta A., Bonanno A. & Kallianiotis A., 2004. Linking habitat conditions and growth in the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Fisheries Research* 68(1-3): 9-19.

Basilone G., Guisande C., Patti B., Mazzola S., Cuttitta A., Bonanno A., Vergara A.R. & Maneiro I., 2006. Effect of habitat conditions on reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in Strait of Sicily. *Fisheries oceanography*, 15 (4): 271-280.

Basilone G., Ganas K., Ferreri R., D'Elia M., Quinci E.M., Mazzola S. & Bonanno A., 2015. Application of GAMs and multinomial models to assess the spawning pattern of fishes with daily spawning synchronicity: A case study in the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the central Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 167: 92 - 100.

Batts S., 1972. Sexual maturity and sex-ratio of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) (L.) in the North Carolina Waters, Trans. Am. Fish. Soc., 101 (4): 626-637.

Bellido J.M., Pierce G.J., Romero J.L. & Millàn M., 2000. Use of frequency analysis methods to estimate growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Fisheries Research*, 48: 107 - 115.

Belvèze H., 1984. Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus*) peuplant les côtes atlantiques et proposition pour un aménagement des pêcheries. Thèse de doctorat d'Etat. Université Brest Occidentale. 531p.

Benchikh N., Ladaimia S., Bouhali F. Diaf A. & Djebbar A.B., 2013. Croissance relative et biometrie chez l'anchois *Engraulis encrasicolus* (LINNE, 1758) du golfe d'Annaba, Est Algerien. CIESM Congress 2013, Marseille, Rapp. Comm. int. Mer Médit., 40:0448.

Benchikh N., Diaf A., Ladaimia S., Bouhali F. Z., Dahel A. & Djebbar A. B., 2018. European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) from the Gulf of Annaba, east Algeria: age, growth, spawning period, condition factor and mortality. *AACL Bioflux* 11(3):730-743.

Benina R., 2015. Biologie et exploitation de la bogue *Boops boops* (Linné, 1758) dans la Baie de Bou-Ismaïl. *Thèses de Doctorat L.M.D.* Université Ahmed Benbela. Oran. p153.

Benmansour N., 2009. Contribution a l'étude de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*, Linné, 1758) de l'extrême Ouest Agerien (Ghazaouet et bénisaf). Recherche de quelques métaux lourds. Thèse de Doctorat. Université Aboubekr Belkaïd. Tlemcen. 189 p.

Berraho A., Ettahiri O., Letourneur Orbi A. & Yahyaoui A., 2005. Importance des paramètres et des larves des petits pélagiques du sud de l'Atlantique marocain. *Cybum*, 29(1): 21-31.

Beverton R.J.H. & Holt S.J., 1956. - A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. Reun. CIEM*, 140 : 67-83.

Beverton R.J.H. & Holt S. J., 1966. On the dynamics of exploited fish populations. *U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest* (Ser. 2) 19: 1-533

Beyer J.E., 1991. On length-weight relationships. Computing mean weights from length statistics. *Fish byte* 9 (1991), 50-54: pp.

Bhattacharya C.G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, 23 (1): 115-135.

Blaxter J.H.S., 1958. The racial problem in herring from the viewpoint of recent physiological, evolutionary and genetical theory. *Rapp. Cons. Explor. Mer*, 143 (2): 10-19.

Boely T., 1979. Biologie de deux espèces de sardinelles (*S. aurita* et *S. maderensis*) des côtes sénégalaises. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris VI, 219 p.

Bouaziz A., 2007. La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes algériennes: distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse de doctorat. Université des Sciences et de la Technologie "Houari Boumediene". Alger. p135.

Bouaziz A., Kerzabi F. & Brahmi B., 2014. Impact of the natural mortality (*m*) variability on the evaluation of the exploitable stock of sardine, *sardina pilchardus* (actinopterygi: Clupeiformes: clupeidae) of the central region of the Algerian coast. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* (2014) 44 (2): 87-97.

Bouchereau J.L., 1981. Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique exploitée de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) dans la baie d'Oran (Algérie). Thèse Doctorale 3^{ème} cycle, Université Aix-Marseille II. 239 p.

Bougis P., 1952. Rapport hépato-somatique et rapport gonado-somatique chez *Mullus barbatus* L. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 74 (6): 326-330.

Bouhali F.Z., Lechekhab C., Ladaimia S., Bedairia A., Amara R. & Djebbar A.B., 2015. Reproduction et maturation des gonades de *Sardina pilchardus* dans le golfe d'Annaba (Nord-Est algérien). *Cybium*, 39(2): 143-153.

Branstetter S., 1987. Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and spinner, *C. brevipinna*, sharks from the northwestern Gulf of Mexico. *Copeia*, 964-974

Brown-Peterson, N. J., Wyanski, D. M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B. J., & Lowerre-Barbieri, S. K., 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1), 52-70.

Bye V., 1984. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In: Potts, G.W, R.J. (Eds.), *Fish reproduction: Strategies and Tactics*. Academic Press, London, pp: 187- 205. Technologie "Houari Boumediene". Alger. p135.

C

Campillo A., 1992. Les pêcheries françaises de Méditerranée: synthèse des connaissances. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France.

Casavola N., Marano G. & Rizzi E., 1996. Batch fecundity of *Engraulis encrasicolus* L. in the south-western Adriatic Sea. *Scientia Marina*, 60: 369-377.

Cendrero, A., de Terán, J. D., & Salinas, J. M., 1981. Environmental-economic evaluation of the filling and reclamation process in the Bay of Santander, Spain. *Environmental Geology*, 3(6), 325-336.

CGPM, 1981 Les ressources et la production de petites espèces pélagiques dans la région. In GFCM! CGPM, 1981. *Report of the Technical Consultation on the Utilization of Small Pelagic Species*, 33-51.

CGPM., 2000. Rapport sur l'échelle des contributions acceptées par la 25^{ème} session de la CGPM Malte, Septembre 2000, 11p.

CGPM., 2013 Compte rendu de participation à la réunion du sous-comité de l'environnement et des écosystèmes marins (SCMEE) de la **CGPM**. Rome, 18–20 février **2013**

Chapman D.G. & Robson D. S., 1960. The analysis of a catch curve. *Biometrics*. 16:354-368.

Chauvet C., 1986. Exploitation des poissons en milieu lagunaire méditerranéen. Dynamique du peuplement ichthyologique de la lagune de Tunis et des populations exploitées par des bordigues (Muges, loupes et daurades). *Thèses de Doctorat Perpignan*, 555.

Chavance P., 1980. Production des aires de ponte, survie larvaire et biomasse adulte de la sardine et de l'anchois dans l'est du Golfe du Lion (Méditerranée occidentale). *Tethys*, 9(4): 399-418.

Conand C., 1977. Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité de la sardinelle ronde, *Sardinella aurita* : Pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976. *Cah. ORSTOM, Ser. Oceanogr.*, vol, XV, n° 4: 301 – 312.

Cort J.L., Cendrero O. & Cardenas E., 1979. Nuevos datos re la anchoa del Cantabrico. *Informacion Pesquera. Inst. Esp. Oceanog*, 9: 1-199.

Cury P., Bakun A., Crawford R.J.M., Jarre A., Quiñones R.A., Shannon L.J. & Verheye H.M. 2000. Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “waspy-waist” ecosystems. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 57: 603 - 618.

Cury, P., & Roy, C. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(4), 670-680.

D

Daan, N. & Sissenwine, M. P., 1991. Multispecies models relevant to management of living resources.

Dagnelie P., 1975. Théories et méthodes statistiques. Applications agronomiques (2 vol.). Gembloux, Presse Agronomique, 378-451 p.

Dekker W., 1986. Age reading of European eels using tetracycline labelled otoliths. *Inter. Coun. Explor. Sea*, 16: 1 - 14.

Deniel, C. (1981). Les poissons plats en baie de Douarnenez. Reproduction, croissance et migration des Bothidae, Scophthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae. *Thèse dr, Univ Bretagne Occidentale, Brest*, 22, 476.

Derbal, F., & Kara, M. H., 2013. Âge, croissance et reproduction du sar tambour *Diplodus cervinus cervinus* (Sparidae) des côtes de l'Est algérien. *Cybium*, 37(4), 247-254.

Dessier, A., 2015. Analyse du compartiment mésozooplanctonique et écologie alimentaire printanière de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1782), et de l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) adultes dans le Golfe de Gascogne (Doctoral dissertation, Université de La Rochelle).

DGE ., 1999. Plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Diversité Biologique en Région Méditerranéenne. Rapport National PAS BIO Algérie. *Direction générale de l'environnement*.

Djabali F., Mouhoub R. & Hemida F., 1988. Résultats des travaux réalisés sur les stocks de sardines et des anchois des côtes algéroises. *FAO. Rapp. Pêches*, 395:112-120.

Djabali F. & Hemida F. 1989. Reproduction de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*, Linné) de la région d'Alger. *Bulletin de l'Institut océanographique d'Alger*, 12: 12 - 21..

Djabali F. & Hamida F., 1992. Croissance de l'Anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) de la région d'Alger. *Bulletin de l'Institut de scienc*, 2-11.

Djabali F., Mehailia A., Koudil M. & Brahimi B., 1993. Assessment of equation for predicting natural mortality in Mediterranean teleost. *NAGA. The Iclarm. Quaterly*.290x: 33-34.

Djabali, F., Mechailia, A., Koudil, M., & Brahmi, B., 1994. A reassessment of equations for predicting natural mortality in Mediterranean teleosts. *Naga, the ICLARM Quarterly*, 17(1), 33-34.

Djabri, W. F., 1995. Face processing in Williams syndrome: A further case of within domain dissociations. *Unpublished manuscript, University College London*.

DPRHA., 2016. Rapport sur le secteur de la pêche et de l'état environnemental du littoral de la Wilaya d'Annaba, 41P.

Drouineau H., 2008. Développement et ajustement d'un modèle de dynamique des populations structuré en longueur et spatialisé appliqué au stock Nord de merlu (*Merluccius merluccius*).Thèse de Doctorat. Ecole Nat Sup d'Agronomie de Rennes. Spécialité: Halieutique. N° Ordre : 2008-4.N° Série: H-73. 192 p.

Duhamel E.& Masse J., 2004. Anchois commun (*Engraulis encrasicolus*), stock du golfe de Gascogne (Divisions VIII ab du CIEM). 6 p.

Dulčić, J., 1997. Growth of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.), larvae in the Northern Adriatic Sea. *Fisheries research*, 31(3), 189-195.

Dwivedi S.N., 1964. Ecologie, morphologie et biologie compares des espèces du genre *Lepidorhombus*: *L.megastoma* (Donovan) et *L.boscii* (Risso), étude de leurs races et populations. *Rev.Trav.Inst.Pêches Marit*.28 (4): 321-399.

E

Edser, T., 1908. Note on the number of plaice at each length, in certain samples from the southern part of the North Sea, 1906. *Journal of the Royal Statistical Society*, 71(4), 686-690.

EGPP., 2015. Les principaux ports de pêche en Algérie. <http://www.ports-de-pêche.algérie.com/nosports.php>.

Erkoyuncu I. & Ozdamar E., 1989. Estimation of the age, size and sex composition and growth parameters of anchovy, *Engraulis encrasicolus* in the Black Sea. *Fisheries Research*, 7: 241 - 247.

F

Fage L., 1911. Recherches sur la biologie de l'anchois *Engraulis encrasicolus* L. *Annals de l'Institut Oceanographique de Paris* 2(4): 1 - 40.

Fage L., 1920. Engraulidae, Clupeidae. Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908 - 1919 to the Mediterranean and adjacent Seas II, A9. 117.

FAO., 1974. Fishery Resources and Environment Division FAO Department of Fisheries.The state of food and agriculture 1974. FAO, Roma.

FAO., 2001. Sardine otolith workshop.FAO Fisheries Report, 685,49 pp.

FAO., 2002. L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde. FAO , Rome, Italy

FAO., 2011. FAO yearbook, Fishery and Aquaculture Statistics 2009. FAO, Roma.

FAO., 2013. FAO Fisheries Department. Fishery Information. Data and Statistics Unit. Data were obtained using "Fishstat plus": universal software for fishery statistical time series Version 2.3. 2000.

FAO., 2014. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Possibilités et défis. 275p.

FAO., 2016. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome. 224 p.

FAO., 2018. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2018. Atteindre les objectifs de développement durable. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Fontana A., 1969. Etude de la maturité sexuelle des sardinelles *Sardinella eba* (VAL) et *Sardinella aurita* C. et V. de la région de Pointe Noire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr* 2, (2): 101 - 113.

Fontana A. & Pianet R. 1973. Biologie des sardinelles *Sardinella eba* (Val) et *sadinella aurita* (Val) des côtes du Gongo et du Gabon. *ORSTOM du centre du Pointe-Noire*, 31: 39 p.

Fisher W., Bauchot M.L. & Shneider M. 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vertèbres. Rome. FAO. 2: 761 - 1530.

Frehi H., 1995. Etude de la structure et du fonctionnement du système phytoplanctonique dans un écosystème marin côtier. Eutrophisation de la baie d'Annaba. *Thèse de Magister, Université Badji-Mokhtar, Algérie.*

Frehi, H., 2007. *Hydrobiologie de la baie d'Annaba: Etude descriptive des Dinoflagelles et ecologie des especes nuisibles* (Doctoral dissertation).

Frehi, H., Couté, A., Mascarell, G., Perrette-Gallet, C., Ayada, M., & Kara, M. H., 2007. Dinoflagellés toxiques et/ou responsables de blooms dans la baie d'Annaba (Algérie). *Comptes Rendus Biologies*, 330(8), 615-628.

Fréon P., 1988. Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation. Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. Inst. Française de Recherche. Sci pour le développement en Coopération. Collection Etudes et Thèses, Paris 1988 ORSTOM (Ed), 287 p.

Fréon P., El Khattabi M., Mendoza J. & Guzman R., 1997. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* off the coast of Venezuela. *Mar. Biol.*, 128: 363-372.

Funamoto T., Aoki I. & Wada Y., 2004. Reproductive characteristics of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, in two bays of Japan. *Fisheries Research*, 70: 71 - 81.

Furnestin J. & Furnestin M.L., 1959. La reproduction de la sardine et de l'anchois des côtes Atlantiques du Maroc. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 23(1): 79-102.

Furnestin J., 1945. Contribution à l'étude biologique de la sardine Atlantique (*Sardina pilchardus* Walbaum). Thèse de Doctorat de l'Université d'Aix-Marseille. 172 p.

G

Gaamour A., 1999. La sardine ronde (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) dans les eaux Tunisiennes: reproduction, croissance et pêche dans la région du Cap Bon. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale. 246 p.

Gaamour A., Khemiri S., Mili S. & Ben Abdallah L., 2004. L'anchois (*Engraulis encrasicolus*) des côtes Nord de la Tunisie: reproduction et exploitation. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer de Salammbô*, 3: 17 - 24.

Ganias, K., 2014. Biology and Ecology of Sardines and Anchovies. CRC Press.

Garcia S. & Albaret J.J., 1977. Utilisation de la relation sex-ratio-taille pour la décomposition par sexe des structures démographiques. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr*, 15 (2): 83 - 87.

Garcia A. & Palomera I., 1996. Anchovy early life history and relation to its surrounding environment in the Western Mediterranean basin. *Scientia Marina*, 60 (Supl 2): 155 - 166.

Gascuel D., 2008. Dynamique des populations et gestion des stocks halieutiques. Support de cours en ligne, Agrocampus Ouest/Campus numérique ENVA Méd., Rennes, France, 125 pp.

Gayanilo Jr F.C., Sparre P. & Pauly D., 2005. FAO-ICLARM Outils d'évaluation des stocks II (FiSAT II). Version révisée. Guide d'utilisation. *FAO Série informatique. Pêche. N°8, Version révisée.* Rome, FAO: 190 p.

Ghéno Y. & Fontana A., 1981. Les stocks de petits pélagiques côtiers les sardinelles. In: Milieu marin et ressources halieutiques de la république de la république populaire du Congo, A. Document. ORSTOM, Paris., 138: 213-257.

Giannetti G. & Donato F., 2003. Age détermination manuel. Adriaen training course on fish age determination by otolith reading. *Adria Med Occasional Papers* (Ancona, 13-24 May 2002). Termoli.

Giraldez A. & Abad R. 1995. Aspects on the reproductive biology of the western Mediterranean anchovy from the coasts of Malaga. *Scientia Marina*, 59 (1): 15 - 23.

Gruvel A., 1926. Faune générale des eaux algériennes. *Bull.Stn.Aqui.Pêche Castiglione*,(22):1-64.

Guérault D. & Avrilla J. L., 1974. L'anchois du golfe de Gascogne: taille, âge, croissance. Conseil. International pour l'Exploration de la Mer, C.M. 1974, J: 17.

Guidetti P., Petrillo M., De Benedetto G. & Albertelli G., 2013. The use of otolith microchemistry to investigate spawning patterns of European anchovy: A case study in the eastern Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Fisheries Research*, 139: 1 - 4.

Gulland J.A., 1971. The fish resources of the ocean. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books), Ltd., for FAO, 255 p. *Rev. ed. of FAO Fish. Tech.Pap.*, (97):425 p.

H

Harchouche K., 2006. Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; Ecologie, Biologie et exploitation de *Spicara maema* (poisson Téléostéen) des côtes Algériennes, Thèse de Doctorat d'état. USTHB, Alger: 230p.

Hayasi S., 1983. Some explanation for change in abundance of major neritic-pelagic stocks in the Northwestern Pacific Ocean. in: proceeding of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources San José, Costa Rica, 18-29 April, 13.GD.sharp et J.csirke, éditeurs, FAO.rep, , 2,3753.

Heincke, F., 1913. Investigations on the plaice.

Hemida F., 1987. Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) dans la région d'Alger : Biologie et exploitation. *Mémoire de Magister*, USTHB, Alger : 138p.

Holden M. J. & Raitt D.F.S., 1974. Manuel des sciences halieutiques. 2eme partie. Méthodes de recherches sur les ressources et leur application. *FAO Doc. Tech. Pêches*, (115) Rev. 1: 1-223.

Hunter, J. R., & Macewicz, B. J., 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. *NOAA Technical Report NMFS*, 36, 79-94.

Hunter, J., & Aleit, J., 1995. International GLOBEC small pelagic fishes and climate change program. Report of the first planning meeting, La Paz, Mexico, June 20-24, 1994. *GLOBEC Rept.*, 8: 1-72.

I

IFREMER., 2004. Analyse de la pêcherie des petits pélagiques, sardine et anchois dans le golfe de Gascogne. *Rapport de stage intégré de début de 2^{ème} année*. 8 p.

ISTPM 1982. Réflexion sur les besoins en matière de recherche sur les pêches et les cultures marines - Compte rendu des réunions des 13 et 14 septembre 1982 - ISTPM Nantes.

J

Jemaa S., 2014. Étude de la structure des populations et du régime alimentaire de l'anchois européen (*Engraulis encrasicolus*) et de la sardine européenne (*Sardina pilchardus*): relations avec l'environnement. Thèse de Doctorat. Université du Littoral (ULCO). 241p.

Jones R., 1983. L'évaluation des stocks de poisson appuyée sur des données de structure de taille (et notes sur l'analyse de population virtuelle et l'analyse de cohorte). *FAO. Circ. Pêches*. (734): 46 p.

JORADP., 2003. Décret exécutif n° 03-481 du 19 Chaoual 1424 correspondant au 13 décembre 2003 fixant les conditions et les modalités d'exercice de la pêche. Art. 44. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (JORADP)*, N° 78 du 14 décembre 2003. Page 13.

Juge de Jean-Jacques R., 1971. Dialogue troisième. *OC I*, 972.

K

Kada O., Abdellaoui S., Ramdani M. & Nachit D., 2009. Contribution à l'identification et à la caractérisation biologique et dynamique de l'anchois de la lagune de Nador (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie* 31(2): 91-98.

Kadri S. E., 2015. Qualité bacteriologique des eaux du littoral Nord Est algérien. *Thèse de Doctorat. Univ Badji Mokhtar. Annaba*. 170p.

Kartas F., 1981. Les Clupéidés de Tunisie. Caractéristiques biométriques et biologiques. Etude comparée des populations de l'Atlantique est et de la Méditerranée. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Tunis, Faculté des sciences*, 1-608.

Kartas F. & Quignard J.P., 1984. La Fécondité des Poissons Téléostéens. *Collection de Biologie des Milieux Marins*, 5. Masson. 121 p.

Kerzabi F. & Bouaziz A., 2015. Is the Target Reference Point (F0.1) vulnerable to changes of natural mortality (M)? Case of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) from the eastern coast of Algeria. *Frontiers in Marine Science* 2:81-93.

Khemiri S., 2006. Reproduction, âge et croissance de trois espèces de Téléostéens pélagiques des côtes Tunisiennes: *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus* et *Boops boops*. Thèse de Doctorat de l'ENSAR, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes Spécialité Halieutique.

Khemiri S., Gaamour A., Meunier F. & Zylberberg I., 2007. Age and growth of *Engraulis encrasicolus* (Clupeiforme: Engraulidae) in the Tunisian waters. *Cahiers de Biologie Marine*, 48: 259-269.

Khemiri S. & Gaamour A., 2009. Relation taille-masse, condition relative et cycle sexuel des anchois et des sardines des côtes tunisiennes. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer de Salammbô*, 36: 45 - 57.

Kherraz A., 2011. Aspect biologique et évaluation de la pêche de la bogue *Boops boops* (Linné, 1758) de la frange côtière Oranaise. Biologie. Croissance. Exploitation. Mémoire de Magister. Université d'Oran. 110 p.

Kim J.Y., Lee S.K., Kim S.S. & Choi M.S., 2013. Environmental factors affecting anchovy reproductive potential in the southern coastal waters of Korea. *Animal Cells and Systems*, 17(2): 133-140.

Klingbeil R.A., 1978. Sex ratios of the northern anchovy *Engraulis mordax*, off Southern California. *California Fish and Game*, 64 (3): 200 - 209.

Korichi H. S., 1988. Contribution à l'étude biologique des 2 espèces de saurels: *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) et *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) et de la dynamique de *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) en baie de Bous-Ismaïl (Alger)». Thèse de Magistère I.S.M.A.L., Alger. 260p.

L

La Mesa M., Donato F., Giannetti G. & Arneri E. 2009. Growth and mortality rate of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Adriatic Sea during the transition from larval to juvenile stages. *Fisheries Research*, 96: 275 - 280.

Ladaimia S., Bouhali F.Z., Benchikh N., Diaf A. & Djebbar A.B. 2016. Reproductive biology of anchovy *Engraulis encrasicolus* from the North eastern coast of Algeria (SW-Mediterranean). *Cahiers de biologie marine*, 57 (3): 241 - 251.

Lahaye J., 1980. Les cycles sexuels chez les poissons marins. *Oceanis*, (6 - 7): 637 – 654

Lalami Y., 1971. Etude biologique et halieutique du Rouget de vase (*Mullus barbatus* L.) des côtes algériennes. Thèse Doctorat en Sciences (Sciences Naturelles) Univ. Sc Tech. Languedoc, Montpellier: 510 p.

Lamotte M., 1971. Initiation aux Méthodes statistiques en Biologie. Paris:Masson&Cie.144 p

Laubier L., 2003. Climatic changes and trends and marine invertebrates: a need for relevant observing networks and experimental ecophysiology, Atti Associazione Italiana Oceanologia Limnologia 14 (2003) 15–24.

Laurec A. & Le Guen J.C., 1981. Dynamique des populations marines exploitées, Rapports scientifiques et techniques, Tome I, Concepts et modèles. *Rapp. Scient. et tech., Éditions CNEXO*, n° 45 : 118 p.

LCHF. (1976) « Extension du port d'Annaba. Etude générale des conditions naturelles dans le Golfe (synthèse finale du LCHF) », 50 p.

Le Bec, C., 1983. Cycle sexuel et fécondité de la sole *Solea vulgaris* (Quensel, 1806) du golfe de Gascogne. *Revue des travaux de l'Institut des pêches maritimes*, 47(3 et 4), 179-189.

Le Grand M., 1960. Longueur répartition des sexes et maturation sexuelle des thons à nageoire jaune de Nouvelle Calédonie, *Rapp. Scient. Inst. Franc. Océan*, II, 6-20.

Lee J. Y., 1961a. La sardine du golfe du lion *Sardina pilchardus sardina* REGAN). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 25(4), 418-513.

Legendre M., 1991. Potentialité aquacole des Cichlidae (*Sarotherodon melanocheilus*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchius longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc: 83p.

Leonid A.L. & Andrianov D.P., 1996. Reproductive biology of anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* (Alexandrov 1927) in the Black Sea. *Scientia Marina*, 60: 209-218.

Letaconnoux R., 1954. Observations sur la Sardine des Açores et nouvelle contribution à l'étude du genre. Notes et Rapports (Nouvelle série) ,11.

Lisovenko L.A. & Andrianov D.P., 1996. Reproductive biology of the anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus*, (Aleksandrov 1927) in the Black Sea. *Scientia Marina*, 60(2): 209 - 218.

Leonart J. & Maynou F., 2003. Fish stock assessments in the Mediterranean: state of the art. *Scientia marina*, 67: 37 - 49.

Lowerre-Barbieri, S. K., Gantias, K., Saborido-Rey, F., Murua, H., & Hunter, J. R., 2011. Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1), 71-91.

Lo Guidice, 1922. Le Acciughe dei mari Italiani. *Boll. Soc. Nat. Napoli*, 34, 197-209.

Luttbeg B. & Warner R.R., 1999. Reproductive decision-making by female peacock wrasse: flexible versus fixed behavioral environments. *Behaviour Ecology*, 10 (6): 666 - 674.

M

MacCall A.D., 1976. Density dependence of catchability coefficient in the California Pacific sardine (*Sardinops sagax caerulea*), purse seine fishery, CalCOFI .Rep, 18,136-148.

MacCall A.D., 1983. Variability of pelagic fish stocks off California .in : Proceeding of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish resources. San José, Costa Rica, 18-29 April, 1983. G.D.Sharp et J.Csirke, éditeurs .FAO Fish.Rep, 291, 2,101-112.

Machias A., Somarakis S., Kapadagakis P., Drako-Poulus P., Giannoulaki M., Maraveya E., Manou-sakis L., Vatsos D., Tsimenidou C. & Tsimenides N., 2000. Evaluation of the southern Greek anchovy stocks. Final report DGXIV contract no. 97/0048.

Mandić M., Regner S., Krpo-Ćetković J. & Joksimović A., 2012. Unusual occurrence of anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758) eggs in December 2006 in the Boka Kotorska Bay (Adriatic Sea). *Acta Adriatica*, 53(1): 133-137.

Manzo C., Cilenti L., Fabbrocini A. & D'Adamo R., 2013. Population size structure, growth and reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) in the Lagoon of Lesina (South-Western Adriatic Sea, Italy). *Transitional Waters Bulletin*, 7(2): 41 - 52.

Marchal E., 1991. Nanisme et sédentarité chez certaines espèces de poissons pélagiques: deux aspects d'une même réponse à des conditions défavorables. In: Pêcheries Ouest-Africaines, 201-208. Éditions ORSTOM.

Martoja R. & Martoja-Pierson M., 1967. Initiation aux techniques de l'histologie animale. Masson: Paris. 345 p.

Maurin C. & Lee J. P., 1961. Note sur la présence de *Sardinella aurita* C. V. dans le golfe du Lion. *Congr. Sci. Mond. Biol. Sardine*, sept. 1959, EP 24, 1-6.

Mehl S., Olsen M. & Bannerman P., 2005. Surveys of the fish resources of the western gulf of Guinea (Benin, Togo, Ghana and Côte d'Ivoire). Surveys of the pelagic and demersal resources 3 - 29 may. 24 p.

Mesnildrey L., Gascuel D. & Lesueur M, & Le Pape O. 2010. Analyse des effets des réserves de pêche. Rapport scientifique. Les publications du Pôle Halieutique AGROCAMPUS OUEST n°2, 105 p.

Mezedjri, L., Bensahla, A. T., & Tahar, A., 2008. Détermination de L'âge et Modélisation de la Croissance D'un Poisson: L'anchois Européen (*Engraulis encrasicolus*) Dans le Golfe de Skikda. *European Journal of Scientific Research*, 21(2), 229-238.

Mezedjri L., Kerfouf A. & Tahar A. 2013. Reproductive cycle of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (Clupeiformes Engraulidae) in the gulf of Skikda (Algerian East coasts). *Biodiversity Journal*, 4: 269 - 274.

Millán M., 1999. Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain). *Fisheries Research*, 41: 73 - 86.

Miller D J., creator L. & Robert N., 1976. Guide to the coastal marine fishes of California Scripps Institution of Oceanography Library; <http://scilib.ucsd.edu/sio/>.

Milton D.A., Blaber S.J.M. & Rawlinson N.J.F., 1994. Reproductive biology and egg production of three species of Clupeidae from Kiribati, tropical central Pacific. *Fishery Bulletin*, 92: 102 - 121.

Monteiro R., 1956. Contribucoes para o estudo da biologia dos Clupeidae de Angola. *Sardinella*

Morales-Nin B. & Pertierra J.P., 1990. Growth rates of the anchovy *Engraulis encrasicolus* and the sardine *Sardina pilchardus* in the north-western Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 107: 349-356.

Morello E.B. & Arneri E. 2009. Anchovy and sardine in the Adriatic Sea. An ecological review. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 47: 209 - 256.

Motos L., Uriarte A. & Valencia V., 1996. The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). *Scientia Marina*, 60: 117-140.

MPRH., 2014. Tables de reconnaissance des principales espèces halieutiques pêchées en Algérie. Projet TCP/ALG/3301.

N

Nikolsky G.V., 1969. Theory of fish population dynamics as the biological back-ground for rational exploitation and management of fishery resources (translated by BRADLEY, J.E.S.). Oliver and Boyd, Edinburgh, X VI: 323 p.

O

ONM., 1993 - 1999. Rapport de l'Office National de météorologie (Station météo aéroport les salines – Annaba, Algérie).

ONM., 2016. Rapport de l'Office National de météorologie (Station météo aéroport les salines – Annaba, Algérie).

Ouattara S., Fantodji A. & Ouattara M., 2008. Quelques aspects reproductifs de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) de la pêche artisanale du littoral est ivoirien. *Cybium*, 32(3): 201-209.

Ounissi M., Frehi H. & Khelifi-Touhami M., 1998. Composition et abondance du zooplancton en situation d'eutrophisation dans un secteur côtier du golfe d'Annaba (Algérie) ». *Ann. Inst. Océanogr*, Paris, 74 (1): 13-28.

Ounissi, M., & Frehi, H., 1999. Variabilité du microphytoplancton et des Tintinnida (protozoaires ciliés) d'un secteur eutrophe du golfe d'Annaba (Méditerranée sud-occidentale)= Variability of microphytoplankton and Tintinnida (ciliated protozoa) in an eutrophic sector of the Annaba Gulf (SW Mediterranean). *Cahiers de Biologie marine*, (2).

P

Palomera I. & Sabatés A., 1990. Co-occurrence of *Engraulis encrasicolus* and *Sardinella aurita* eggs and larvae in the Western Mediterranean. *Scientia Marina*, 54(1): 61-67.

- Palomera I., 1992.** Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Northwestern Mediterranean relative to hydrographic features in the region. *Marine Ecology Progress Series*, 79: 215 -223.
- Panfili J., de Pontual H., Troadec J. P. & Wright P. J., (eds.) 2002.** Manual of fish sclerochronology. Brest, France: IFREMER-IRD co-edition. 464pp.
- Parrish R.H., Mallicoate D.L. & Klingbeil R.A., 1986.** Age dependent fecundity, number of spawning per year sex ratio, and maturation stages in northern anchovy *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin*, 84: 503 - 517.
- Pauly D., 1980.** On the interrelation ships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39 (3): 175-192.
- Pauly D., 1984.** Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8. ICLARM, Manila, Philippines. 325 p.
- Pauly D. & Munro J.L., 1984.** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2 (1): 21.
- Pauly D., 1985.** Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Doc. Tech. Pêches*, (234): 56 p.
- Pauly, D. A. N. I. E. L., & Soriano, M. L., 1986.** Some practical extensions to Beverton and Holt's relative yield-per-recruit model. In *The first Asian fisheries forum* (pp. 491-496). Manila: Asian Fisheries Society.
- Pauly D., 1988.** Resource assessment and management program, p. 47-66. In *ICLARM five-year plan (1988-1992)*, Part 1. directions and opportunities. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila.
- Pauly D., 1989.** Food consumption by tropical and temperate fish populations: some generalizations. *Journal of Fish Biology*, 35, 11-20.
- Pauly D., 1997.** Méthodes d'évaluation de la mortalité naturelle, 135-156 p. In : Cépaduès (eds.), Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. *Collection Polytech*. I.N.P. Toulouse, 1-288.
- Pauly D, Moreau J., 1997.** Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. *Collection Polytech de l'I.N.P. de Toulouse, Cépaduès-Edutions, France*, p. 288.
- Pecquerie L., 2007.** Modélisation bioénergétique de la croissance, du développement et de la reproduction d'un petit pélagique : l'anchois du golfe de Gascogne. Thèse de doctorat. Agrocampus de Rennes. Mention : Halieutique. 235 p.
- Pecquerie L., Petitgas P. & Kooijman M., 2009.** Modeling fish growth and reproduction in the context of the Dynamic Energy Budget theory to predict environmental impact on anchovy spawning duration. *Journal of Sea Research*, 62: 93 - 105.
- Pérez N., Porteiro C. & Alvarez F., 1985.** Contribución al conocimiento de la biología de la sardina de Galicia. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr*, (2 - 3): 27 - 37.
- Petrakis G. & Stergiou K.I., 1995.** Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fish. Res.* 21 : 465-496.
- Politikos D., Somarakis S., Tsiaras K.P., Giannoulaki M., Petihakis G., Machias A. & Triantafyllou G., 2014.** Simulating anchovy's full life cycle in the northern Aegean Sea (eastern Mediterranean): A coupled hydro-biogeochemical - IBM model. *Progress in Oceanography*, 57: 45 - 56.

Postel, E., 1955. Contribution à l'étude de la biologie de quelques Scombridae de l'Atlantique tropico-oriental (Doctoral dissertation, Université de Rennes).

Q

Quetglas A., Guijarro B., Ordines F. & Massuti E., 2012. Stock boundaries for fisheries assessment and management in the Mediterranean : the Balearic Islands as a case study. *Scientia Marina*, 76.

Quignard J.P., Hamdouni T. & Zaouali J., 1973. Données préliminaires sur les caractères biométriques des anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) des côtes de Tunisie et du lac Ichkeul. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 37(2), pp.191-196.

R

Ramos S. & Santos P., 1999. Growth of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758). On the north coast of Portugal. *Rev. Biol.*, 17:211-216.

Regan C. T., 1916. The british fishes of the subfamily *Culpeidae* and related species in other seas. - *Ann. Mag. nat. I-list.*, 18. (103): 1-19; 12 fig.

Ricker W. E., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Can Fish Res Board Bull*, 119, 300.

Ricker W.E. 1971. Linear regressions in fisheries research. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 30: 409 - 434.

Ricker W.E., 1975. Computation and interpretation of the biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Canadian Fisheries Research Board*, 191: 1-382.

Regner S., 1996. Effects of environmental changes on early stages and reproduction of anchovy in the Adriatic Sea. *Scientia Marina*, 60 (2): 167 - 177.

Robinson M.L., Gomez-Raya L., Rauw W.M. & Peacock M.M., 2008. Fulton's body condition factor K correlates with survival time in a thermal challenge experiment in juvenile Lahontan cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki henshawi*). *Journal of thermal biology*, 33: 363-368.

Robson, D. S., & Chapman, D. G., 1961. Catch curves and mortality rates. *Transactions of the American Fisheries Society*, 90(2), 181-189.

Rodriguez-Roda J., 1977. El boqueron *Engraulis encrasicolus* (L.) del Golfo de Cadiz. *Inv. Pesq*, 41: 423-542.

Roff D.A., 1983. An allocation model of growth and reproduction in fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40: 1395-1404.

Roy C., Cury P. & Kifani S., 1992. Pelagic fish recruitment success and reproductive strategy in upwelling areas: environmental compromises. In Benguela trophic functioning. Edited by A.I.L. Payne, K.H. Brink, K.H. Mann, and R. Hilborn. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 12: 135–146.

S

Sağlam N.E. & Sağlam C., 2013. Age, growth and mortality of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the south-eastern region of the Black Sea during the 2010-2011 fishing season. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(8): 2247-2255.

Salarpouri A., Kamrani E., Kaymaram F. & Mahdavi Najafabadi R., 2018 . Growth, mortality and exploitation of buccaneer anchovy (*Encrasicholina punctifer* Fowler, 1938) from the north Persian Gulf and Oman Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 17(2) 313-326.

Samsun O., Samsun N. & Karamollaoglu A., 2004. Age, growth and mortality rates of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) in the Turkish Black Sea coast. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 28(5): 901-910.

Saville, A., & Bailey, R. S., 1980. The assessment and management of the herring stocks in the North Sea and to the west of Scotland. *Rapp. Proc.-Verb. Réun. Cons. Int. L'Explor. Mer*, 177, 112-142.

Sennai C.S., 2003. Les petits pélagiques de l'extrême Ouest Algérien, Centre national d'Étude et de Documentation pour la Pêche et l'Aquaculture. 17 p.

Shannon L.V., Crawford R.J.M., Brundrit G. B. & Undrhill L.G., 1988. Responses of fish populations in the Benguela ecosystem to environmental changes. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 45, 5-12.

Sharp G. D., 1987. Climate and fisheries: Cause and effect or managing the long and short of it .in: the Benguela and comparable ecosystems. A.I.I.Payne, J.A.Gulland et K.H.Brink, éditeurs .S. Afr.J.mar.Sci., 5, 811-838.

Shung S., 1973. The sexual activity of yellow fin tuna caught by the longline fishery in the Indian Ocean based on the examination of ovaries. *Bull,Far,Seas,Fish,Res,Lab.,(9)*:123-142.

Sinovčić G. & Zorica B., 2006. Reproductive cycle and minimal length at sexual maturity of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Zrmanja River estuary (Adriatic Sea Croatia). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 69: 439-448.

Sinovčić G., 1984. Summary of biological parameters of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.) from the Central Adriatic. *FAO Fisheries Report*, 290: 147-148.

Sinovčić G., 2000. Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. *Acta Adriatica*, 41 (1): 3 - 53.

Somarakis S., Schismenou E., Siapatis A., Giannoulaki M., Kallianiotis A. & Machias A. 2012. High variability in the daily egg production method parameters of an eastern Mediterranean anchovy stock: influence of environmental factors, fish condition and population density. *Fisheries Research*, 117 - 118: 12 - 21.

Sparre P., 1992. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part I- Manual. *FAO Fisheries Technical Paper* 306/1. Rev 1. 1992. Rome.

Sparre P.& Venema S.C., 1996. Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Partie 1-manuel. *FAO Fish. Tech. Pap.* 306/1 Rev. 1: 1- 401.

Sparre P. & Venema S.C., 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part1- Manual. *FAO Fisheries Technical Paper*, No.306.1, Rev.2 .Rome, FAO: 407 p.

Stequert B., 1976. Etude de maturité sexuelle de la ponte et de la fécondité du listao (*Katsuwonus pelamis*) de la côte Nord-ouest de Madagascar. *Cah ORSTOM. sér. Océanogr.*, 14,227-247p.

Stergiou, K. I., Christou, E. D., & Petrakis, G. 1997. Modelling and forecasting monthly fisheries catches: comparison of regression, univariate and multivariate time series methods. *Fisheries Research*, 29(1), 55-95.

T

Taranger, G. L., Carrillo, M., Schulz, R. W., Fontaine, P., Zanuy, S., Felip, A. & Andersson, E., 2010 Control of puberty in farmed fish. *General and comparative endocrinology*, 165(3), 483-515.

Taylor C.C., 1962. Growth equations with metabolic parameters. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 27, 270-286.

Teissier G., 1948. La relation d'allométrie: sa signification statistique et biologique. *Biometrics*,

Torstensen E., Alvheim O., Koranteng K.A. & Tandstad M., 2000. Campagne sur les ressources halieutiques dans la région Ouest du golfe de Guinée (Bénin, Togo, Ghana, et la Côte d'Ivoire). Rapport des campagnes "DR. Fridtjof Nansen" du 29 août au 17 septembre 2000. 49 p.

Tsikliras, A. C., Torre, M. I. C. H. E. L. E., & Stergiou, K. I., 2005. Feeding habits and trophic level of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the northeastern Mediterranean (Aegean Sea, Greece). *Journal of Biological Research*, 3, 67-75

Tsikliras A.C., Antonopoulou E. & Stergiou K.I., 2010. Spawning period of Mediterranean marine fishes. *Reviews In Fish Biology And Fisheries*, 20(4): 499 - 538.

U

Uriarte A., Alday A., Santos M. & Motos L., 2012. A re-evaluation of the spawning fraction estimation procedures for Bay of Biscay anchovy, a species with short interspawning intervals. *Fisheries Research*, 117 - 118: 96 - 111.

Ursin E., 1967. A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration, and mortality. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 24: 2355-2453.

V

Vaissiere R. & Fredj G., 1963. Contribution à l'étude de la faune benthique du plateau continental de l'Algérie. *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*, 60: 30 p; 5 cartes.

Volovik S. P. & Kozlitina S. V., 1983. Assessment of the potential catch of the Azov anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Engraulidae), in relation to growth and structure of its population. *J. Ichthyol.*, 23: 26-38.

Von Bertalanffy L.V., 1938. Aquantitative theory of organic growth. (Inquiries on growth laws II). *Hum. Biol*, 10: 181 - 213.

W

Whitehead P.J.P., Nelson G.J. & Wongratana T., 1988. Species Catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. *FAO Fish. Synop.* 125 (7/2): 305 - 579. Rome.

Williams G.C., 1966. Adaptation and Natural Selection, Princeton University Press, Princeton:151. http://formes-symboliques.org/article.php3?id_article=1 (visité le 25/02/2008).

Winberg G.G., 1960. Rate of metabolism and food requirements of fishes. Translation edited by F.E.J. Fry and W.E. Ricker. *Fish. Res. Board Can. Transl. Ser. No.* 194.

Wootton R.J., 1982. Environmental factors in fish reproduction. In: Richter, C.J.J., Goos, H.J.Th. (Eds.), Reproductive physiology of fish. Pudoc, Wageningen pp: 210 - 219.

Z

Zar, J. H., 1984. Multiple comparisons. *Biostatistical analysis*, 1, 185-205.

Zarrad R., Missaoui H., Alemany F., Salah R.M., Garcia A., Ridha M., Othman J. & Amor E., 2006. Spawning areas and larval distributions of anchovy *Engraulis encrasicolus* in relation to environmental conditions in the Gulf of Tunis Central Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 70:137-146

Zaydin O. & Taskavak E., 2007. Length-weight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriatica*, 47(2): 211-216.

Zorica B., ČiesKec V., Brzulja G. & Kraljević V., 2014. Presence of anchovy eggs in the eastern Adriatic Sea during the winter, coincidence or not?. *Acta Adriatica*, 55(1): 107 - 112.

Zupa R., Santamaria N., Bello G., Deflorio M., Basilone G., Passantino L. & Corriero A., 2013. Female reproductive cycle and batch fecundity in the central-southern Adriatic population of *Engraulis encrasicolus* (Osteichthyes: Engraulidae). *Italian Journal of Zoology*, 80(4): 510 - 517.

ANNEXES

Annexe 1

Tableau 1: Données de production de l'anchois, petit pélagique annuelle de 2006 à 2016 du port d'Annaba.

Années	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Anchois	238	453.6	519.5	368.72	251.67	288.7	161.9	33.9	22.2	154.2	90.1
P. pélagique	2600.7	4021.7	4139.4	4842.17	4819.41	4369.5	3041.1	2770.1	3237.6	3453.9	3770.3
Production totale	4351.4	7199.25	7558.1	7832.93	7918.45	7501.11	5213.9	4675.3	6148.6	5817.6	5927.3

Annexe 2

Production scientifique

Publication internationale

Benchikh N., Diaf A., Ladaimia S., Bouhali F. Z., Dahel A. & Djebbar A. B., 2018. European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) from the Gulf of Annaba, east Algeria: age, growth, spawning period, condition factor and mortality. *AACL Bioflux* 11(3):730-743.

Séminaires

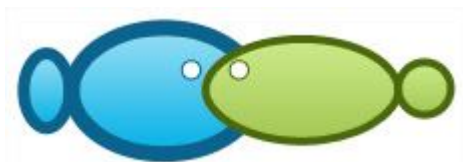
1. Communication par affiche intitulée " Biométrie, âge et croissance chez l'anchois *Engraulis engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) et la Sardinelle *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) du golfe d'Annaba, Est Algérien". Les quatorzièmes journées tunisiennes des sciences de la mer; Sousse (ATSmer, Tunisie) du 15 au 18 Décembre 2012.

2. Communication par affiche intitulée : "Etude biométrique, âge et croissance chez deux Poissons pélagiques l'Anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) et Sardinelle *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) du golfe d'Annaba, Est-Algérien". XXIII^{ème} les journées nationales de biologie de la SSNT du 14 au 17 décembre 2013 a Hammamet, Tunisie.

3. Participation par une communication affichée et orale lors du Congrès international 40th CIESM Congrès – Marseille, France, 28 Octobre - 1 Novembre 2013. Intitulé de la communication : "Croissance relative et relations biométriques chez l'anchois *Engraulis encrasicolus* (linné, 1758) du golfe d'Annaba, Est algérien".

4. Communication par affiche intitulée : "Croissance relative et cycle sexuel chez l'anchois *Engraulis engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) du golfe d'Annaba, Est Algérien". Les IX^{èmes} journées tunisiennes des sciences de la mer; Sousse (ATSmer, Tunisie) du 20 au 23 Décembre 2014.

5. Communication par affiche intitulée: "L'anchois européen *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) du golfe d'Annaba, est de l'Algérie: âge, croissance, période de frai, facteur de condition et mortalité". 6^{ème} congrès franco-tunisien de zoologie, 6^{ème} franco-magrébin de zoologie & 119^{èmes} journées annuelles de la société zoologique de France 21-23 novembre 2018, Maison de la Tunisie, Paris-France.



European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) from the Gulf of Annaba, east Algeria: age, growth, spawning period, condition factor and mortality

Nadira Benchikh, Assia Diaf, Souad Ladaimia, Fatma Z. Bouhali, Amina Dahel, Abdallah B. Djebbar

Laboratory of Ecobiology of Marine and Littoral Environments, Department of Marine Science, Faculty of Science, University of Badji Mokhtar, Annaba, Algeria.
Corresponding author: N. Benchikh, nadira.benchikh@yahoo.fr

Abstract. Age, growth, spawning period, condition factor and mortality were determined in the European anchovy *Engraulis encrasicolus* populated the Gulf of Annaba, east Algeria. The age structure of the total population is composed of 59.1% females, 33.5% males and 7.4% undetermined. The size frequency distribution method shows the existence of 4 cohorts with lengths ranging from 8.87 to 16.56 cm with a predominance of age group 3 which represents 69.73% followed by groups 4, 2 and 1 with respectively 19.73, 9.66 and 0.88%. The VONBIT software package allowed us to estimate the growth parameters: asymptotic length $L_{\infty} = 17.89$ cm, growth rate $K = 0.6 \text{ year}^{-1}$ and $t_0 = -0.008$. The theoretical maximum age or t_{max} is 4.92 years. The height-weight relationship shows that growth for the total population is a major allometry. Spawning takes place in May, with a gonado-somatic index (GSI) of 4.28% and an annual mean condition factor (K) of 0.72. The total mortality (Z), natural mortality (M) and fishing mortality (F) are 2.31, 0.56 and 1.75 year^{-1} respectively, with exploitation rate $E = F/Z$ is 0.76 is higher than the optimal exploitation level of 0.5.

Key Words: biology, fisheries, Mediterranean, pelagic, anchovy.

Introduction. European anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) is a widespread coastal fish in the Atlantic Ocean, the Black Sea and the Mediterranean Sea (Whitehead et al 1988). Anchovy has been the subject of numerous studies in the field of ecology (Guidetti et al 2013), reproduction (Uriarte et al 2012; Manzo et al 2013) and its fishery (La Mesa et al 2009). In Algeria, anchovy and sardines represent the most important fish in terms of biomass and commercial interest. Over the past 10 years, anchovy fishing has experienced large annual fluctuations between 1374 and 6085 tonnes (MAPRH 2004). The work done on anchovy is particularly relevant to its biology (Arrignon 1966) and its exploitation (Hemida 1987). The latter concerned the whole Algerian coastline: Beni saf (Bacha et al 2010), center of the coast of Algeria (Djabali & Hemida 1989), Béjaia (Bacha 2009; Bacha & Amara 2012), Skikda (Mezedjri et al 2013), and El Kala (Ladaimia et al 2016). It is in this context and within the framework of a national research programme on the exploitation and management of stocks of small pelagics of the Algerian coastline (Bedairia & Djebbar 2009; Bacha et al 2010; Bacha & Amara 2012; Bouhali et al 2015; Ladaimia et al 2016; Dahel et al 2016) that we situate our work.

So we evaluated from landings of anchovies in 2016 in the Gulf of Annaba, East Algeria, sex ratio, age, growth, spawning period, condition index and mortality in a population of 4152 individuals.

Material and Method

Study area. Annaba city is located in the South of the Mediterranean coast to the extreme east of Algeria, between Cape Guard West at 36°58'05"N - 7°47'11"E and the Cape Rosa at 36°56'09"N - 8°14'14"E (Figure 1).



Figure 1. Geographical position of the Gulf of Annaba, east Algeria (red rectangle delimits the sampling locations).

Data collection. Random samples of fish were obtained monthly in 2016 from commercial landings of sardines and trawlers operating in the Gulf of Annaba (Figure 1).

Sex-ratio. The evisceration of the fish allowed us to identify the males (M), females (F) and undetermined (NI). Two estimates of the sex ratio were established: M/F to calculate the deviation from 1 which was statistically tested by the Chi2 test, χ -test according to Dagnelie (1975), and the rates of femininity $F/M + F$ and masculinity $M/M + F$.

Length-weight relationships. The length-weight relationship was estimated for the entire population of *E. encrasicolus* composed of 1390 males and 2453 females and 309 individuals not identified by the exponential equation (Ricker 1975):

$$W_T = a L_T^b$$

where: W_T - total weight of fish in g; b - allometry coefficient; a - constant; L_T - total length in cm. The constant (a) and the allometric coefficient (b) were calculated by the least squares method based on the logarithmic form of the equation as recommended by Froese (2006).

The allometric coefficient (b) reflects the type of mass growth relative to length. To determine the nature of the allometry, the b -value is compared with the theoretical value (3) using the Student test (t) (Dagnelie 1975). When $b = 3$, the L_T - W_T relationship reflects isometric growth where the relative growth of the 2 variables is perfectly identical (Mayrat 1970; Ricker 1975). If $b < 3$ the growth is of negative allometric type and if it is > 3 it is positive (Sokal & Rohlf 1987).

Estimation of age and growth parameters. The Bhattacharya (1967) method available in the fish stock assessment tool (Gayani et al 2005) was used to estimate the age of fish that were grouped into L_T classes and divided into cohorts at 0.5 cm intervals. To model the growth and to determine the growth parameters of *E. encrasicolus* population (asymptotic length L_∞ in cm and growth coefficient K), we used the von Bertalanffy (1938) equation (FCVB), the FISAT II 1.2.0 software and the VONBIT (Stamatopoulos 2005) software package for Excel.

$$L_T = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

These parameters allowed us to calculate the growth performance index ϕ' and the theoretical maximum age t_{max} :

$$\phi' = \log_{10} K + 2 \log_{10} L_\infty \text{ (Pauly \& Munro 1984),}$$

$$t_{max} = (3/k) + t_0 \text{ (Gayanilo \& Pauly 1997; Scalici et al 2015).}$$

Spawning period and condition factor. The spawning period was established by a monthly calculation of the gonado-somatic index (GSI) considered by Lahaye (1980) as a true maturity coefficient. The GSI consists of evaluating the increase in gonad weight and volume and determining their level of maturation during the sexual cycle according to the equation:

$$GSI = W_G \times 100/W_E$$

where: W_G - gonad weight in g; W_E - gutted fish weight in g.

The Fulton K condition factor was used to monitor changes in fish weight characteristics and reflects their eco-physiological conditions, it is defined by the equation of (Ricker 1975):

$$K = W_E \times 100/L_T^b$$

where: b is the allometric coefficient of the length-weight relationship, W_E is the eviscerated weight as suggested by Cherif et al (2007) or Nunes et al (2011).

The comparison of the monthly values of GSI and K was established by the analysis of variance ANOVA (Zar 1984).

Mortality. The total mortality coefficient (Z) was evaluated by the linearized capture curve method incorporated in the FISAT II 2.1.0 (2005) software according to Pauly (1984, 1990), and Pauly & Gayanilo (1997).

The natural mortality coefficient (M), was calculated by the empirical equation of Djabali et al (1994) specific to the Mediterranean, based on growth and mortality parameters obtained from Mediterranean fish stocks:

$$\log_{10} M = -0.0278 - 0.1172 \log_{10} L_\infty + 0.5092 \log_{10} K$$

where: K and L_∞ - parameters of the Von Bertalanffy equation.

Fishing mortality (F) was estimated using the relationship:

$$F = Z - M \text{ (Gulland 1969),}$$

The exploitation rate (E) is obtained by the ratio F/Z (Gulland 1969).

Results

Sex-ratio. The total population of *E. encrasicolus* anchovy sampled monthly in 2016 was 4152 fish divided to 2453 females or 59.1%, 1390 males or 33.5% and 309 specimens or 7.4% undetermined (Figure 2).

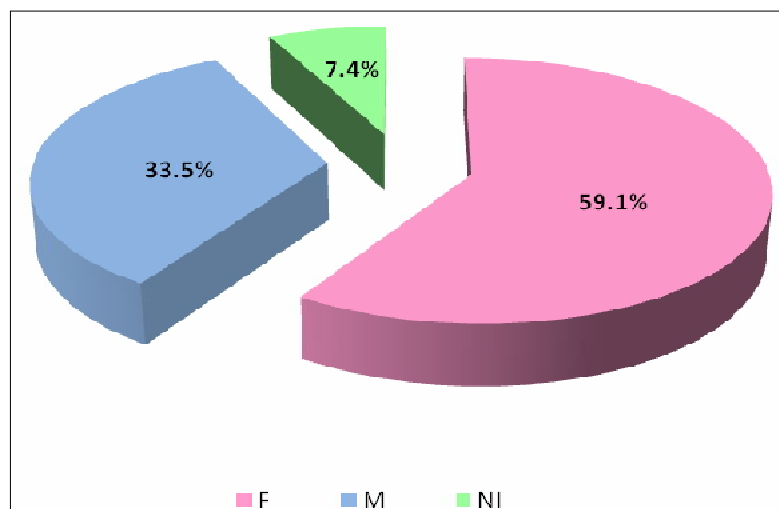


Figure 2. Distribution of sex ratio in *E. encrasicolus* in 2016 in the Gulf of Annaba (F: female; M: male; NI: undetermined).

Relationship size sex ratio. With an average of 13.72 ± 1.76 cm the L_T fluctuate between 6.9 and 17.7 cm. Of the 10 size classes retained between 8 and 18 cm with a pitch of 1 cm, that between [8-16] cm is characterized by a dominance of females with rates between 61.83 and 86.84%, males representing 13.15 to 38.69%.

In class [16-17] cm, one notes an inversion of the rates with an advantage of the males which reach 66.66%. The rate of femininity resumes its supremacy between [17-18] cm with 93.33% (Figure 3).

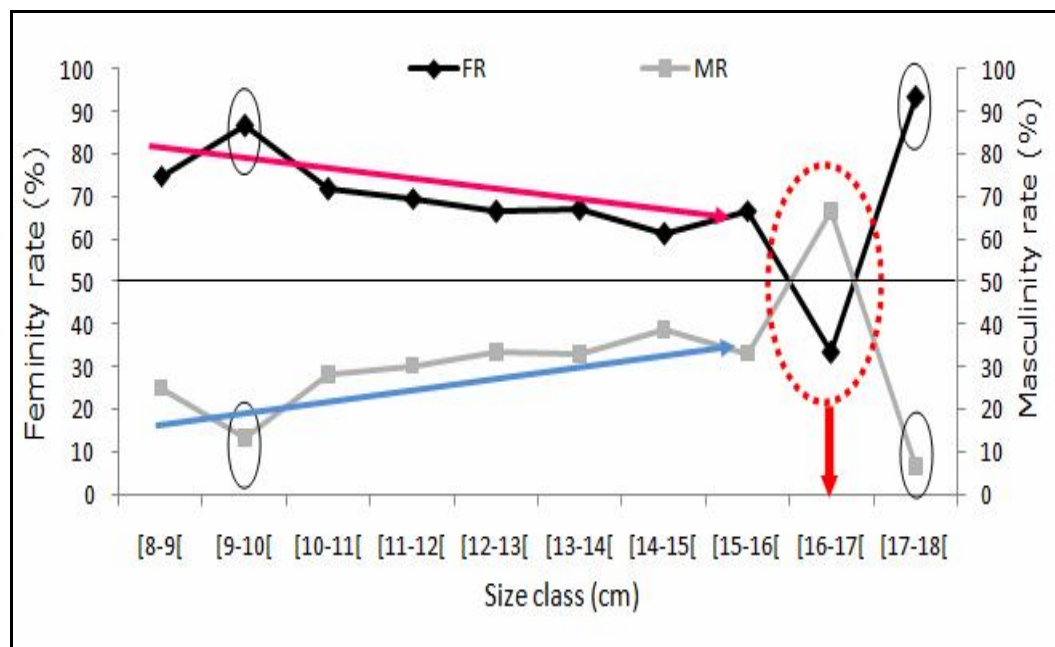


Figure 3. Femininity rate (FR) and masculinity rate (MR) by size class of *E. encrasicolus* from January to December 2016. Red circle: rate inversion [16-17] cm.

Relation spawning period - sex ratio. We studied the relationships between the sex ratio (SR) and 3 life phases. The sex ratio is in favour of females along the annual cycle (AC) it reaches 0.56:1 and in spawning period (SP) with 0.32:1 it is in favour of males with 1.91:1 outside the spawning period (OSP). For these three life phases we obtained very highly significant differences between the two sexes (Table 1).

Table 1
Population structure and sex ratio of *E. encrasicolus* between January and December 2016

Period	SR	χ^2 obs	P
AC	0.56:1	294.03	S*** (F > M)
SP	0.32:1	713.96	S*** (F > M)
OSP	1.91:1	106.97	S*** (F < M)

AC: annual cycle; SP: spawning period; OSP: off spawning season; SR: sex ratio; χ^2 obs: observed value of χ^2 -test; $\chi^2(1-0.05) = 3.84$.

Estimation of age and growth parameters. The population of *E. encrasicolus* in the Gulf of Annaba is composed of 4 cohorts with mean lengths of 8.87, 11.66, 14.97 and 16.56 cm respectively (Figure 4 and Table 2). Linear growth shows that this fish can reach 4 years. At 69.73%, 3-year-old anchovies are the most abundant while 1-year-old anchovies represent only 0.88% of catches (Table 2).

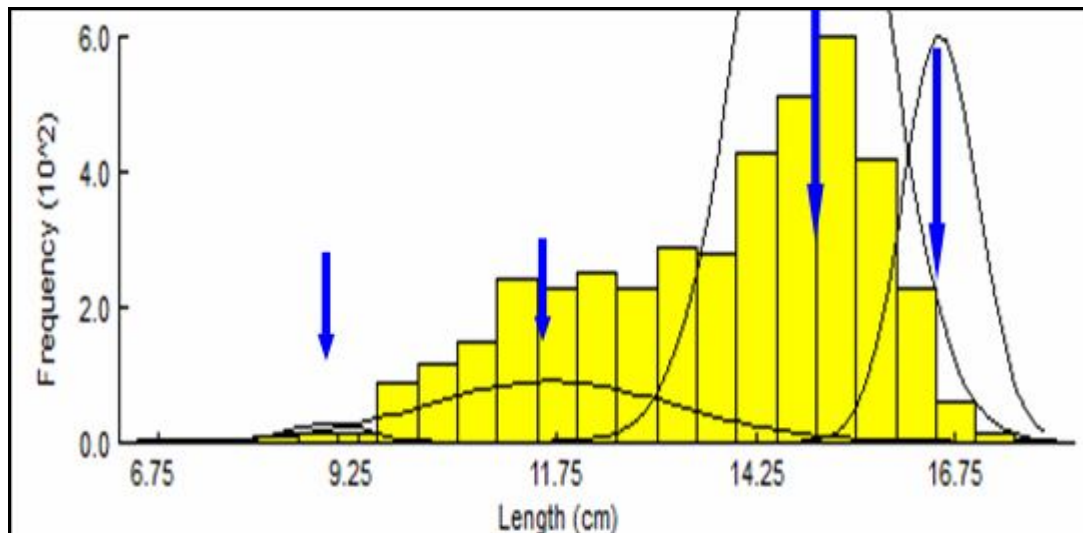


Figure 4. Decomposition of size frequencies for the population of *E. encrasicolus*. Blue arrows: 4 cohorts (FISAT II 1.2.0, 2005).

Linear growth is faster in 2-year-old anchovies. It reaches $3.31 \text{ cm year}^{-1}$ in specimens measuring on average $11.66 \pm 1.57 \text{ cm}$. This growth gradually decreases to reach 3 years, $1.59 \text{ cm year}^{-1}$ (Table 2).

Table 2

Average length by age for *E. encrasicolus* in the Gulf of Annaba

Age (y)	CM (cm)	n	%	Growth rate (cm year ⁻¹)
1	08.87 ± 0.48	32	0.88	2.79
2	11.66 ± 1.57	351	9.66	3.31
3	14.97 ± 0.82	2534	69.73	1.59
4	16.56 ± 0.4	717	19.73	-

CM = computed mean $\pm$ standard deviation; n = number of fish; growth rate = $(L_T + 1) - L_T$. % = $(n/N) \times 100$.

The growth parameters obtained from the calculation of the age-length key of *E. encrasicolus* allowed us to estimate: asymptotic length L_∞ at 17.89 cm (Figure 5a), growth rate K at 0.6 year⁻¹ (Figure 5b) and $t_0 = -0.008 \text{ year}$. These results allowed us to determine the equation:

$LT = 17.89 (1 - e^{-0.6(t+0.008)})$, growth performance index $\phi' = 2.283$ and calculated theoretical maximum age $t_{max} = 4.92 \text{ years}$.

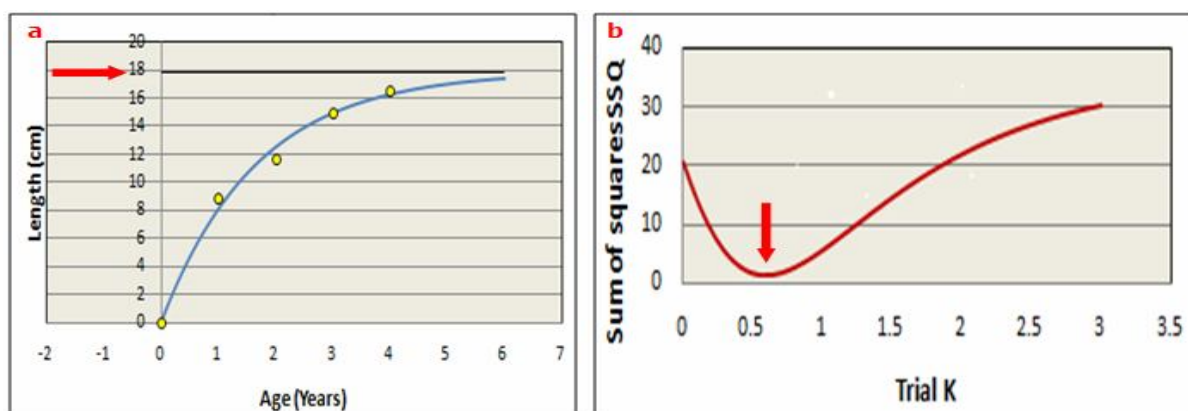


Figure 5. Asymptotic lengths L_∞ (a) and growth rate K (b) in *E. encrasicolus* in the Gulf of Annaba (FISAT II 1.2.0, 2005).

Length-weight relationships. The mean total lengths L_T for females and males are 13.95 ± 1.54 cm and 13.58 ± 1.93 cm, respectively, with mean weights of 17.04 ± 5.8 g and 16.64 ± 7 g (Table 3). The regression coefficient b is slightly higher in females than for males. In the total population $b = 3.221$ with $R^2 = 0.957$, in females $b = 3.216$ with $R^2 = 0.964$ and in males $b = 3.206$ with $R^2 = 0.946$. For the total population, both the slope and the regression coefficients indicate positive allometric growth (Table 3).

Table 3

Length-weight relationship for landed anchovies in the ports of Annaba in 2016

	a	b	R^2	n	Allometry type
PT	0.0033	3.221	0.957	4152	positive
M	0.0027	3.206	0.946	2453	positive
F	0.0032	3.216	0.964	1390	positive

PT: total population, M: males, F: females; b : allometry coefficient; a : constant; R^2 : determination coefficient; n = number of fish; $p < 0.001$ for all regressions.

Spawning period and condition factor. Gonado-somatic index (GSI) fluctuate between 0.31 and 4.28%. Statistical analysis by ANOVA shows significant heterogeneity between its monthly mean values with $p < 0.001$. The GSI increases between March and May, from 1.84% to a peak of 4.28% respectively. It then gradually decreases to 2.13% in October and 0.31% in November (Figure 6).

The annual average condition factor K is 0.72%. The ANOVA shows a significant difference between the monthly mean values of K with $p < 0.001$. This coefficient goes through 2 phases: a decline between February and October with small amplitude fluctuations ranging from 0.026 to 0.692% followed by an increase which reaches 3.844% in November (Figure 6).

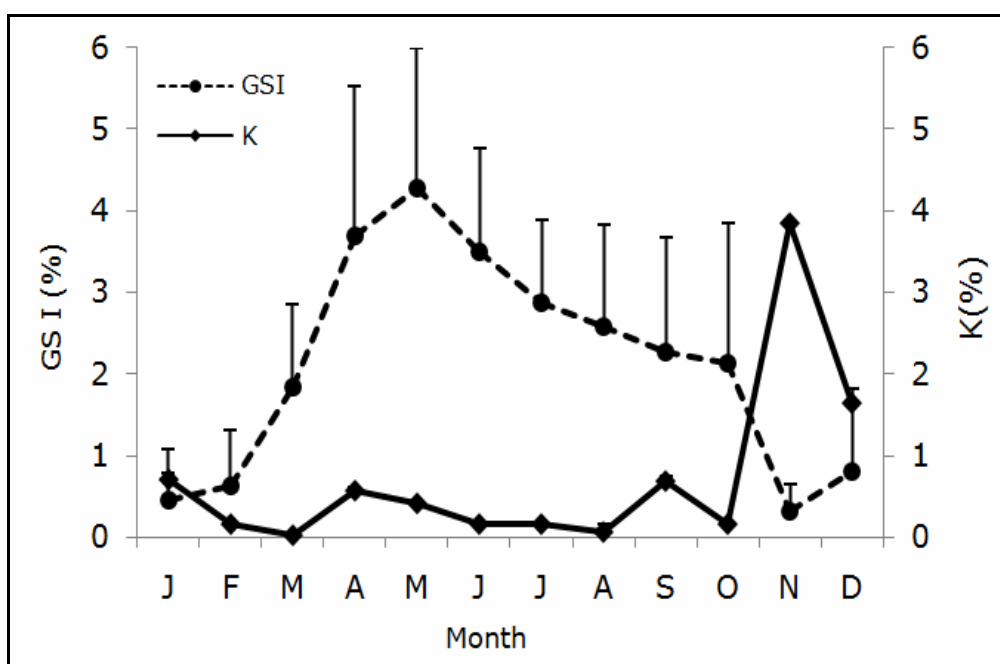


Figure 6. Monthly changes of GSI and K for *E. encrasicolus*.

Mortality. Total mortality (Z) was estimated at 2.31 year^{-1} (Figure 7), natural mortality (M) at 0.56 year^{-1} and fishing mortality (F) = 1.75 year^{-1} .

In the Gulf of Annaba, the exploitation rate (E) of *E. encrasicolus* $E = 0.76$, indicating a state of overfishing because > 0.5 : balanced fishing rate.

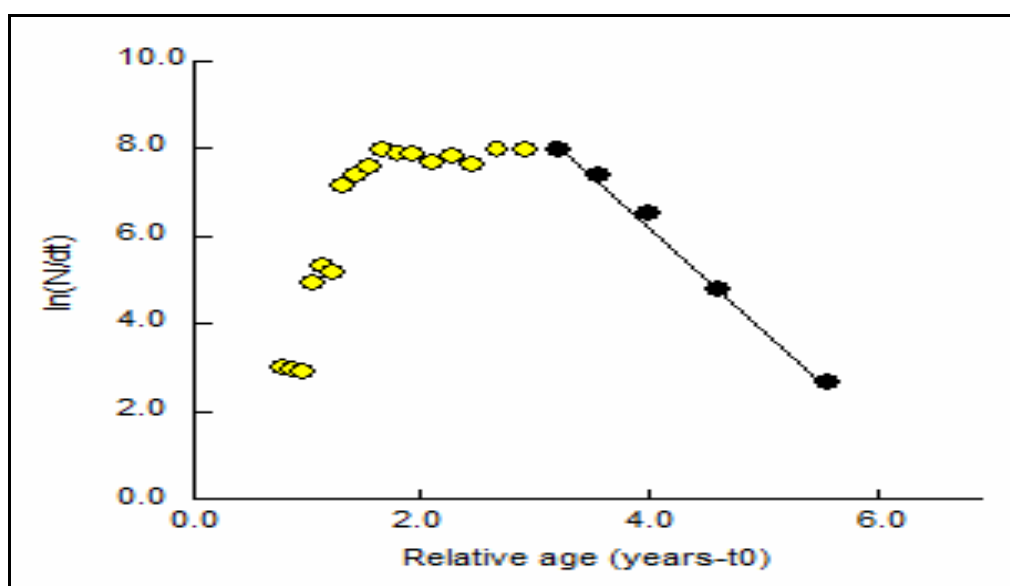


Figure 7. Calculation of total mortality Z by the catch curve converted to length (FISAT II 1.2.0, 2005).

Discussion. Estimates of ages, growth, spawning period, condition index and mortality were addressed in 2016 among European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) fished in the Gulf of Annaba, eastern Algeria. The sex ratio presents a very highly significant difference with a dominance of females. This result is comparable to that reported by Mezedjri et al (2013) in the Gulf of Skikda of the Algerian east coast and by Ba (1988) on the Mauritanian coast or Manzo et al (2013) in the southwest Adriatic in Italy. However, in the Mediterranean, (Sinovčić 2000; Gaamour et al 2004; Khemiri & Gaamour 2009; Morello & Arneri 2009) and in the Atlantic (Millán 1999), populations of *E. encrasicolus* correspond to the null hypothesis of a ratio of 1:1 for the 2 sexes. The rate of femininity varies in function of fish size; this dependence seems to be a general rule from Clupeiformes since it has been reported in several Engraulidae species such as *E. encrasicolus* (Millán 1999; Gaamour et al 2004) and in other Clupeids species such as *Sardina pilchardus* (Amenzoui et al 2006). This rate remains high in small classes because, given its size, the ovary is identified early. The numerical superiority of females in large classes may be the result of several factors such as longer life, faster growth, greater vulnerability to fishing gear and different natural mortality by sex as shown by Motos & Uriarte (1991) and Garcia & Albaret (1977).

The age structure of *E. encrasicolus* is characterized by a lifespan of 4 years and rapid linear growth until the 2nd year before slowing gradually. This is what is found in the majority of studies carried out in the Mediterranean which indicate the same age 4 years, for the different *E. encrasicolus* stocks, populating the Algerian east coast (Benchikh et al 2012), the Algerian west coast (Bacha et al 2010), the Tunisian coasts (Khemiri et al 2007) and the northwest Mediterranean (Morales-Nin & Pertierra 1990). The same in the Adriatic (Sinovčić 2000). It should be known that the extremes of the longevity of *E. encrasicolus* vary between 2 years (Fage 1911) at 5 years (Hemida 1987; Bellido et al 2000). The maximum longevity (T_{max}) obtained is 4.92 years. This result is close to that reported in the Bay of Biscay estimated at 5 years (Berné et al 2004). This difference is probably due to the use of other methods of age determination or identical but not standardized methods.

The growth parameters obtained with the age-length key allowed us to determine the asymptotic length L_{∞} which is 17.89 cm obtained after only 4 years with a growth rate k of 0.6 year⁻¹. These are rapid growing species, as reported by several authors in different regions of the Mediterranean (Campillo 1992; Machias et al 2000; Erkoyuncu & Ozdamar 1989; Volovik & Kozlitina 1983; Cendrero et al 1981; Samsun et al 2004; Kada et al 2009; CGPM 2000; Basilone et al 2004; Djabali & Hemida 1992; Bacha et al 2010) and Atlantic (Guérault & Avrilla 1974; Ramos & Santos 1999; Amponsah et al 2016)

(Table 5). The growth performance index $\emptyset'$ was calculated for *E. encrasicolus* at 2.283, showing that it has rapid linear growth, these results being identical to those found in the same species by many authors in different regions of the Mediterranean (Volovik & Kozlitina 1983; Hemida 1987; Morales-Nin & Pertierra 1990; Sinovčić 2000; Khemiri et al 2007; Bacha et al 2010) and Atlantic (Bellido et al 2000) (Table 5).

Table 5

Representation of the parameters of the von Bertalanffy equation (1938) and the growth index of *E. encrasicolus* in different regions of the world

Area	L_{∞} (cm)	K (year ⁻¹)	T_0 (year)	$\emptyset'$	Sources
Catalonian littoral (SE, Spain)	19.10	0.35	-	2.106	Morales-Nin & Pertierra (1990)
Gulf of Lion (SE, France)	19.10	0.35	-	2.106	Campillo (1992)
Strait of Sicily	18.60	0.29	-	2.016	Basilone et al (2004)
Middle Ionian Sea (Greece)	17.50	0.51	-	2.194	Machias et al (2000)
Middle-North Adriatic (Croatia)	19.40	0.57	-	2.331	Sinovicic (2000)
North Portugal	15.80	0.53	-	2.120	Ramos & Santos (1999)
Black Sea	16.76	0.32	-	1.960	Erkoyuncu & Ozdamar (1989)
Azov Sea	13.30	0.61	-	2.030	Volovik & Kozlitina (1983)
Bay of Biscay	22.10	0.57	-	2.446	Guérault & Avrilla (1974)
Cantabrian Sea, N Spain	21.30	0.48	-	2.343	Cendrero et al (1981)
Turkish(Black Sea)	16.36	0.42	-1.35	2.050	Samsun et al (2004)
Spain (Gulf of Cádiz)	18.69	0.9	-	2.497	Bellido et al (2000)
Spain (Gulf of Cádiz)	18.95	0.9	-	2.509	Bellido et al (2000)
Lagune de Nador (Moroccan Mediterranean)	10.68	0.87	-0.21	1.996	Kada et al (2009)
Alboran Sea (Moroccan Mediterranean)	18.80	0.34	-	2.079	CGPM (2000)
Algeria	16.57	0.59	-	2.205	Hémida (1987)
Ghana	11.03	0.58	-	1.849	Amponsah et al (2016)
South Tunisian coast	17.19	0.36	-	2.069	Khemiri et al (2007)
North Tunisian coast	19.16	0.32	-	2.028	Khemiri et al (2007)
Center coast of Algeria	16.57	0.584	-1.184	2.205	Djabali et al (1992)
Benisaf (west Algeria)	15.61	0.75	-1.320	2.261	Bacha et al (2010)
Benisaf (west Algeria)	15.61	0.75	-1.320	2.261	Bacha et al (2010)
Gulf of Annaba (east Algeria)	17.89	0.6	-0.008	2.283	This study

The length-weight relationship indicates positive allometric growth for the total population indicating good weight growth of anchovy fished in the Gulf of Annaba as reported by Benchikh et al (2013) and Ladaimia et al (2016) in eastern Algeria.

This relationship is important for fish biology because it gives, as Gonzalez Acosta et al (2004) show, information on the state of stocks and allows the assessment of the relative condition of fish. The same results have been obtained by several authors in different regions: Millán (1999) in the Atlantic, Funamoto et al (2004) in the Pacific, and Gaamour et al (2004) and Manzo et al (2013) in the Mediterranean.

Reproduction period is between March and October, coinciding with the warming of surface waters. Spawning takes place in summer, when oocytes and spermatozoa are released in May and continues until September-October. The gonads return to sexual rest between November and December. The sprawl of the reproductive period observed in *E. encrasicolus* from east Algeria is comparable to that found in the same species in different regions of the Mediterranean (Fage 1920; Palomera & Sabatés 1990; Palomera 1992; Motos 1996; Regner 1996; Sinovčić 2000; Gaamour et al 2004). Shorter reproductive periods have been observed by various authors: Chavance (1980), Casavola et al (1996), Lisovenko & Andrianov (1996) and Sinovčić & Zorica (2006), whereas in the

Atlantic, Ba (1988) and Berraho et al (2005) show that reproduction of *E. encrasicolus* occurs all year.

The weight indexes, GSI and K evolve inversely, when the first increases the second decreases. It is probable that the increase in the K condition is related to the accumulation of reserves associated with the high productivity of the environment as observed by Thiriot (1976), Somoue (2004) and Ladaimia et al (2016), particularly in summer when planktonic production is optimal.

Total mortality (Z) is estimated at 2.31 year⁻¹ and natural mortality at 0.56 year⁻¹. These mortality coefficients are similar to those found by Fedja & Bouaziz (2015) for the same species captured along the Algerian coast where Z = 2.63 year⁻¹, or by Sağlam & Sağlam (2013) in the Black Sea in Turkey where Z = 2.84 year⁻¹. This value differs from that of Samsun et al (2004) in the same region of Turkey where they estimate Z at 1.6 year⁻¹, while in the Ghana, between July 2014 and January 2015, Amponsah et al (2016) find total mortality coefficients of about 3.4 year⁻¹ (Table 6).

Table 6

The variations of mortality M, Z and F from *E. encrasicolus* in different regions

Location	Z (year ⁻¹)	M (year ⁻¹)	F (year ⁻¹)	Sources
Turkish (Black Sea) 1999-2000	1.6	0.46	1.44	Samsun et al (2004)
Turkish (Black Sea) 1998 -1999	1.44	0.49	0.95	Samsun et al (2004)
Turkish (Black Sea) 2010-2011	2.84	0.66	2.18	Sağlam & Sağlam (2013)
Algeria (Center)	2.63	0.61	2.02	Fedja & Bouaziz (2015)
Ghana	3.4	1.59	1.81	Amponsah et al (2016)
Gulf of Annaba (east Algeria)	2.31	0.56	1.75	This study

The total, natural and fishing mortality estimates obtained are higher than estimates reported by other authors such as Samsun et al (2004). This difference would be as suggested by Pauly (1984) in relation to the density of predators and competitors, the intensity of pressure and mesh size of fishing gear.

Conclusions. Age, growth (K and L ∞) directly influence the total mortality (Z), by fishing mortality (F) and natural mortality (M) of *E. encrasicolus*. Their values allow us to consider that in 2016 *E. encrasicolus* populating the waters of the Gulf of Annaba was overfished. These growth parameters must be taken into account and evaluated periodically in any stock management strategy. It is essential to increase the mesh size to target larger specimens and to respect fishing areas and periods. The same is the case for environmental factors that need to be taken into account, as they affect in particular the growth and reproduction of *E. encrasicolus*.

References

- Amenzoui K., Ferhan-Tachinante F., Yahyaoui A., Kifani S., Mesfioui A. H., 2006 Analysis of the cycle of reproduction of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) off the Moroccan Atlantic coast. *Comptes Rendus Biologies* 329(11):892-901.
- Amponsah S. K., Ofori-Danson P. K., Nunoo F. K., 2016 Population dynamics of *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) within Ghana's coastal waters. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 4(5):258-263.
- Arrignon J., 1966 L'anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) des côtes d'Oranie. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes* 30(4):317-342.
- Ba I. S., 1988 Biologie et dynamique des populations d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) des côtes mauritaniennes. Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France, 131 pp.
- Bacha M., 2009 Ichtyofaune de la région de Béjaia: étude de la biologie de l'anchois *Engraulis encrasicolus* - croissance, régime alimentaire et reproduction. Thèse de Doctorat, Université de Béjaia (Algérie) et Université du littoral (ULCO, France), 241 pp.

- Bacha M., Amara R., 2012 Inter-cohort differences in growth, condition and feeding of juvenile anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Gulf of Béjaia (Algerian coast, SW Mediterranean): implications for recruitment success. *Fisheries Research* 129-130:73-81.
- Bacha M., Moali A., Benmansour N. E., Brylinski J. M., Mahe K., Amara R., 2010 Relationships between age, growth, diet and environmental parameters for anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Bay of Benisaf (SW Mediterranean, west Algerian coast). *Cybiu* 34(1):47-57.
- Basilone G., Guisande C., Patti B., Mazzola S., Cuttitta A., Bonanno A., Kallianiotis A., 2004 Linking habitat conditions and growth in the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Fisheries Research* 68(1-3):9-19.
- Bedairia A., Djebbar A. B., 2009 A preliminary analysis of the state of exploitation of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the gulf of Annaba, East Algerian. *Animal Biodiversity and Conservation* 32(2):89-99.
- Bellido J. M., Pierce G. J., Romero J. L., Millan M., 2000 Use of frequency analysis methods to estimate growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Fisheries Research* 48(2):107-115.
- Benchikh N., Masmoudi M. B., Boubekur M. S., Benazza A., Djebbar A. B., 2012 Morphométrie, âge et croissance chez trois téléostéens pélagiques: l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), la sardinelle *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) et le saurel *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758) du golfe d'Annaba, Est algérien. V^e Rencontres de l'Ichtyologie en France, Paris, 27-30 mars, pp. 29.
- Benchikh N., Ladaimia S., Bouhali F., Diaf A., Djebbar A. B., 2013 Croissance relative et biométrie chez l'anchois *Engraulis encrasicolus* (LINNE, 1758) du golfe d'Annaba, Est Algerien. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 40:448.
- Berné S., Carré D., Loubrieu B., Mazé J. P., Morvan L., Normand A., 2004 Le Golfe Du Lion, Carte Morpho-Bathymétrique - Echelle : 1/250 000 - Carte A Pla. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer. ISBN 10: 2844331408.
- Berraho A., Ettahiri O., Letourneur Y., Orbi A., Yahyaoui A., 2005 Importance des paramètres et des larves des petits pélagiques du sud de l'Atlantique marocain. *Cybiu* 29(1):21-31.
- Bhattacharya C. G., 1967 A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23:115-135.
- Bouhali F. Z., Lechekhab S., Ladaimia S., Bedairia A., Amara R., Djebbar A. B., 2015 Reproduction et maturation des gonades de *Sardina pilchardus* dans le golfe d'Annaba (Nord-Est algérien). *Cybiu: Revue Internationale d'Ichtyologie* 39(2): 143-153.
- Campillo A., 1992 Les pêcheries françaises de Méditerranée: synthèse des connaissances. Rapport interne Ifremer/RV N° 92/019-RH Sète, 206 pp.
- Casavola N., Marano G., Rizzi E., 1996 Batch fecundity of *Engraulis encrasicolus* L. in the south-western Adriatic Sea. *Scientia Marina* 60:369-377.
- Cendrero O., Cort J. L., De Cardenas E., 1981 [Review of some data on the biology of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) from the Cantabrian Sea]. *Bol Inst Esp Oceanogr* 311(6):117-124. [in Spanish]
- CGPM, 2000 Rapport sur l'échelle des contributions acceptées par la 25eme session de la CGPM Malte. Septembre 2000, 11 pp.
- Chavance P., 1980 Production des aires de ponte, survie larvaire et biomasse adulte de la sardine et de l'anchois dans l'est du golfe du lion (Méditerranée occidentale). *Tethys* 9(4):399-413.
- Cherif M., Zarrad R., Gharbi H., Missaoui H., Jarboui O., 2007 Some biological parameters of the red mullet, *Mullus barbatus* L., 1758, from the Gulf of Tunis. *Acta Adriatica: International Journal of Marine Sciences* 48(2):131-144.
- Dagnelie P., 1975 Théorie et méthodes statistiques: applications agronomiques. Vol. 2. Les Presses Agronomiques, Gembloux, Belgium, pp. :341-353.

- Dahel A., Tahri M., Bensouilah M., Amara R., Djebbar B., 2016 Growth, age and reproduction of *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) and *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) in the Algerian eastern coasts. *AACL Bioflux* 9(5):1172-1181.
- Djabali F., Hemida F., 1989 Reproduction de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*, Linne 1758) de la région d'Alger. *Pelagos. Bulletin de l'institut des sciences de la mer et de l'aménagement du littoral ISMAL* 7:11-26.
- Djabali F., Hemida F., 1992 Croissance de l'Anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) de la région d'Alger. *Bull Inst Sci, Rabat* 16:112-114.
- Djabali F., Mechailia A., Koudil M., Brahmi B., 1994 A reassessment of equations for predicting natural mortality in Mediterranean teleosts. *Naga, the ICLARM Quarterly* 17(1):33-34.
- Erkoyuncu I., Ozdamar E., 1989 Estimation of the age, size and sex composition and growth parameters of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Black Sea. *Fisheries Research* 7(3):241-247.
- Fage L., 1911 Recherches sur la biologie de l'anchois (*Engraulis encrasicolus* Linne): races, âge, migrations. *Ann Inst Oceanogr* 2(4), 140 pp.
- Fedja K., Bouaziz A., 2015 Is the Target Reference Point (F0.1) vulnerable to changes of natural mortality (M)? Case of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) from the eastern coast of Algeria. *Frontiers in Marine Science Conference Abstract: XV European Congress of Ichthyology*. doi: 10.3389/conf.FMARS.2015.03.00199.
- Froese R., 2006 Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22(4):241-253.
- Funamoto T., Aoki I., Wada Y., 2004 Reproductive characteristics of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, in two bays of Japan. *Fisheries Research* 70(1):71-81.
- Gaamour A., Khemiri S., Mili S., Ben Abdallah L., 2004 L'anchois (*Engraulis encrasicolus*) des côtes nord de la Tunisie: reproduction et exploitation. *Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer de Salammbô* 31:17-24.
- Garcia S., Albaret J. J., 1977 Utilisation de la relation sex-ratio/taille pour la décomposition par sexe des structures démographiques. *Cahier O.R.S.T.O.M. sér Océanographie* 15(2):83-87.
- Gayanilo Jr. F. C., Pauly D., 1997 FAO-ICLARM fish stock assessment (FiSAT) reference manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries), No. 8, 262 pp.
- Gayanilo Jr. F. C., Sparre P., Pauly D., 2005 FAO-ICLARM stock assessment tools II: Revised version: User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries), No. 8, 168 pp.
- Gonzalez Acosta A. F., De La Cruz Aguero G., De La Cruz Aguero J., 2004 Length-weight relationships of fish species caught in a mangrove swamp in the Gulf of California (Mexico). *Journal of Applied Ichthyology* 20(2):154-155.
- Guérault D., Avrilla J. L., 1974 L'anchois du golfe de Gascogne: taille, âge, croissance. *Conseil International pour l'Exploration de la Mer, C.M.* 1974/J, 17 pp.
- Guidetti P., Petrillo M., De Benedetto G., Albertelli G., 2013 The use of otolith microchemistry to investigate spawning patterns of European anchovy: a case study in the eastern Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Fisheries Research* 139:1-4.
- Gulland J. A., 1969 Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques - Première partie: analyse des populations. *Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Manuels FAO de science halieutique*, 4, 160 pp.
- Hemida F., 1987 Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) dans la région d'Alger: biologie et exploitation. *Thèse de Magister, USTHB, Alger*, 208 pp.
- Kada O., Abdellaoui S., Ramdani M., Nachit D., 2009 Contribution à l'identification et à la caractérisation biologique et dynamique de l'anchois de la lagune de Nador (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie* 31(2): 91-98.

- Khemiri S., Gaamour A., 2009 Relation taille-masse, condition relative et cycle sexuel des anchois et des sardines des côtes Tunisiennes. Le Bulletin de l'Institut National des Sciences et Technologie de la Mer 36:45-57.
- Khemiri S., Gaamour A., Meunier F., Zylberberg I., 2007 Age and growth of *Engraulis encrasicolus* (Clupeiformes: Engraulidae) in the Tunisian waters. Cahiers de Biologie Marine 48:259-269.
- La Mesa M., Donato F., Giannetti G., Arneri E., 2009 Growth and mortality rates of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Adriatic Sea during the transition from larval to juvenile stages. Fisheries Research 96(2-3):275-280.
- Ladaimia S., Bouhali F. Z., Benchikh N., Diaf A., Djebbar A. B., 2016 Reproductive biology of anchovy *Engraulis encrasicolus* from the North eastern coast of Algeria (SW-Mediterranean). Cahiers de Biologie Marine 57:241-251.
- Lahaye J., 1980 Les cycles sexuels chez les poissons marins. Océanis 6(7):637-654.
- Lisovenko L. A., Andrianov D. P., 1996 Reproductive biology of anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* (Aleksandrov 1927) in the Black Sea. Scientia Marina 60(2):209-218.
- Machias A., Somarakis S., Kapadagakis P., Drako-Poulus P., Giannoulaki M., Maraveya E., Manou-sakis L., Vatsos D., Tsimenidou C., Tsimenides N., 2000 Evaluation of the southern Greek anchovy stocks. Final report DGXIV contract no. 97/0048.
- Manzo C., Cilenti L., Fabbrocini A., D'Adamo R., 2013 Population size structure, growth and reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) in the Lagoon of Lesina (south-western Adriatic Sea, Italy). Transitional Waters Bulletin 7(2):41-52.
- MAPRH, 2004 Ministère algérien de la pêche et des ressources halieutiques.
- Mayrat A., 1970 Allometrie et taxinomie. Revue de Statistique Appliquée 18(4):47-58.
- Mezedjri L., Kerfouf A., Tahar A., 2013 Reproductive cycle of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (Clupeiformes, Engraulidae) in the gulf of Skikda (Algerian East coasts). Biodiversity Journal 4(2):269-274.
- Millán M., 1999 Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain). Fisheries Research 41(1):73-86.
- Morales-Nin B., Pertierra J. P., 1990 Growth rates of the anchovy *Engraulis encrasicolus* and the sardine *Sardina pilchardus* in the Northwestern Mediterranean Sea. Marine Biology 107(2):349-356.
- Morello E. B., Arneri E., 2009 Anchovy and sardine in the Adriatic Sea: an ecological review. Oceanography and Marine Biology 47:209-256.
- Motos L., 1996 Reproductive biology and fecundity of the Bay of Biscay anchovy population (*Engraulis encrasicolus* L.). Scientia Marina 60:195-207.
- Motos L., Uriarte A., 1991 An egg production estimate of biomass of the Bay of Biscay anchovy in 1990. ICES CM1991/H:32.
- Nunes C., Silva A., Soares E., Ganiás K., 2011 The use of hepatic and somatic indices and histological information to characterize the reproductive dynamics of Atlantic sardine *Sardina pilchardus* from the Portuguese coast. Marine and Coastal Fisheries 3(1):127-144.
- Palomera I., 1992 Spawning of anchovy *Engraulis encrasicolus*, in the North-Western Mediterranean relative to hydrographic features in the region. Marine Ecology Progress Series 79:215-223.
- Palomera I., Sabatés A., 1990 Co-occurrence of *Engraulis encrasicolus* and *Sardinella aurita* eggs and larvae in the north-western Mediterranean. Marine Ecology Progress Series 54(1):61-67.
- Pauly D., 1984 Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8, 325 pp.
- Pauly D., 1990 Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. Fishbyte 3(3):33-38.
- Pauly D., Munro J. L., 1984 Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte 2(1):21.

- Pauly D., Gayanilo Jr. F. C., 1997 A Bee: an alternative approach to estimating the parameters of a length-weight relationship from length frequency samples and their bulk weights. NAGA ICLARM, Manila, Philippines 22:15-26.
- Ramos S., Santos P., 1999 [Growth of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) on the north coast of Portugal]. Revista de Biologia 17:211-216. [in Portuguese]
- Regner S., 1996 Effects of environmental changes on early stages and reproduction of anchovy in the Adriatic Sea. Scientia Marina 60:167-177.
- Ricker W. E., 1975 Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191:1-382.
- Sağlam N. E., Sağlam C., 2013 Age, growth and mortality of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the south-eastern region of the Black Sea during the 2010-2011 fishing season. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 93(8):2247-2255.
- Samsun O., Samsun N., Karamollaoglu A., 2004 Age, growth and mortality rates of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) off the Turkish Black Sea coast. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 28(5):901-910.
- Scalici M., Traversetti L., Malafoglia V., Colamartino M., Persichini T., Colasanti M., 2015 Concepts and tools for exploiting sessile bio-filters as early warning elements: introductory applications for marine ecosystem preservation. Invertebrate Survival Journal 12:278-286.
- Sinovčić G., 2000 Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. Acta Adriatica 41(1):1-54.
- Sinovčić G., Zorica B., 2006 Reproductive cycle and minimal length at sexual maturity of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Zrmanja river estuary (Adriatic Sea, Croatia). Estuarine, Coastal and Shelf Science 69:439-448.
- Sokal R. R., Rohlf F. J., 1987 Introduction to biostatistics. 2nd edition, F. H. Freeman and Co., 363 pp.
- Somoue L., 2004 Structure des communautés planctoniques de l'écosystème pélagique de l'atlantique sud marocain entre Cap Boujdor et Cap Blanc (26°30'-21°N). Thèse de Doctorat, Océanographie, Université Hassan II, Ain Chock, Casablanca, 211 pp.
- Stamatopoulos C., 2005 VONB Iterative Method for estimating growth parameters. Including non-asymptotic approaches, Version B/2005. Fisheries Department, FAO.
- Thiriot A., 1976 Les remontées d'eau (upwelling) et leur influence sur la production pélagique des côtes atlantiques du Maroc. Bulletin de l'institut des pêches maritimes 22:9-16.
- Uriarte A., Alday A., Santos M., Motos L., 2012 A re-evaluation of the spawning fraction estimation procedures for Bay of Biscay anchovy, a species with short interspawning intervals. Fisheries Research 117:96-111.
- Volovik S. P., Kozlitina S. V., 1983 Assessment of the potential catch of the Azov anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Engraulidae), in relation to growth and structure of its population. Journal of Ichthyology 23(1):26-38.
- Von Bertalanffy L., 1938 A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). Human Biology 10(2):181-213.
- Whitehead P. J. P., Nelson G. J., Wongratana T., 1988 Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulidae. FAO Fisheries Synopsis 7(125), Pt. 2, 579 pp.
- Zar J. H., 1984 Biostatistical analysis. Second edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 718 pp.

Received: 24 April 2018. Accepted: 29 May 2018. Published online: 08 June 2018.

Authors:

Nadira Benchikh, University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Science, Department of Marine Science, Laboratory of Ecobiology of Marine and Littoral Environment, Algeria, 23000 Annaba, P. O. Box 12, e-mail: nadira.benchikh@yahoo.fr

Assia Diaf, University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Science, Department of Marine Science, Laboratory of Ecobiology of Marine and Littoral Environment, Algeria, 23000 Annaba, P. O. Box 12, e-mail: diaf.assia@yahoo.fr

Souad Ladaimia, University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Science, Department of Marine Science, Laboratory of Ecobiology of Marine and Littoral Environment, Algeria, 23000 Annaba, P. O. Box 12, e-mail: souad-lad@hotmail.fr

Fatma Zohra Bouhali, University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Science, Department of Marine Science, Laboratory of Ecobiology of Marine and Littoral Environment, Algeria, 23000 Annaba, P. O. Box 12, e-mail: Fatima.bouhali@yahoo.fr

Amina Dahel, University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Science, Department of Marine Science, Laboratory of Ecobiology of Marine and Littoral Environment, Algeria, 23000 Annaba, P. O. Box 12, e-mail: dahelzanat@hotmail.fr

Abdallah Borhane Djebbar, University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Science, Department of Marine Science, Laboratory of Ecobiology of Marine and Littoral Environment, Algeria, 23000 Annaba, P. O. Box 12, e-mail: djebbarborhane2000@yahoo.fr

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

How to cite this article:

Benchikh N., Diaf A., Ladaimia S., Bouhali F. Z., Dahel A., Djebbar A. B., 2018 European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) from the Gulf of Annaba, east Algeria: age, growth, spawning period, condition factor and mortality. AACL Bioflux 11(3):730-743.